UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie

Option Biochimie

Détection et comparaison de composition chimique de plusieurs variétés de basilic Ocimum basilicum L. cultivées en trois régions différentes de sud de l'Algérie

Présenté par

KHAMOULI Okba

GRAZZA Bouziane

Membres de jury:

Président	**:**	**M$_r$ BENSACI M. B.**	**M.A.C.C (Université KASDI MERBAH)**
Promoteur	**:**	**M^{me} SLOUGUI N.**	**M.A.C.C (Université KASDI MERBAH)**
Examinateur	**:**	**M^{me} BOUZIANE M.**	**M.A.C.C (Université KASDI MERBAH)**

Année Universitaire 2006/2007

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude avec l'aide de dieu…

A ceux qui s'intéressent à notre mémoire,…tout d'abord ;

A nos parents pour leurs aides et patience.

A notre encadreur M^{me} SLOUGUI N.

A notre département de biologie.

A Mr. HAMID OUDJANA S., Mr DOUADI, Abd Elkader, Toufik et Ahmed pour leurs aides et conseils.

Au laboratoire d'analyses physico-chimiques (Université de KASDI MERBAH Ouargla).

Au laboratoire de l'EDEMIAO.

Au laboratoire de CNRS Lyon, France.

Au service El Andalouse.

A tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près.

Tout nous compliments vœux aux membres du jury, Mr BENSACI M. B. et M^{me} BOUZIAN M., qui nous ont honorés en acceptant de juger ce travail.

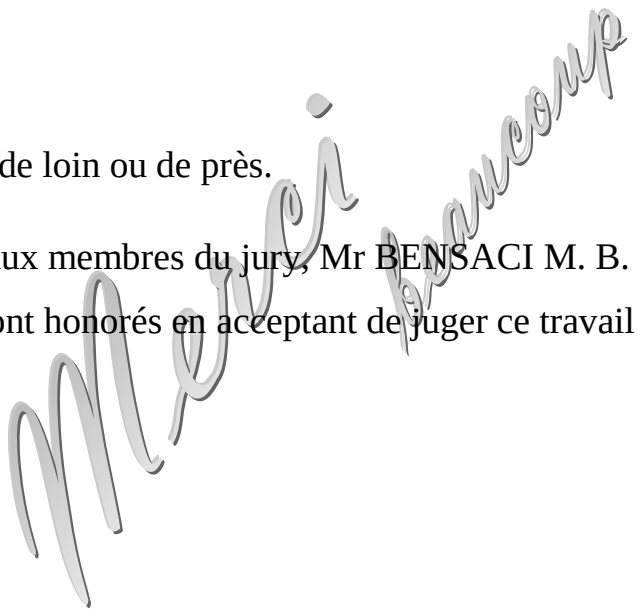

TABLE DES MATIÈRES

Résumé ….…….... I
Summery ……..……..... II
ملخـــــص ……..……..... III
List des tableaux ……..... IV
List des figures ……..... V
List des abréviations ……..……..... VII
Introduction générale ……..... 01

Chapitre I Généralités sur le basilic

1. Introduction ……..... 04
2. Présentation et historique du basilic *Ocimum basilicum L.* ……..…… 04
3. Morphologie du basilic ……... 05
   3.1. Description des sous espèces de basilic qui ont fait l'objet de notre étude …….. 08
   3.2. Goût ……..... 10
4. Culture ……..... 10
   4.1. L'ensemencement …….. 10
   4.2. Distances recommandées pour l'ensemencement ……..... 11
   4.3. Irrigation ……..... 11
   4.4. Sol ……..... 12
   4.5. Saison de basilic …… 12
5. Récolte ……..... 12
6. Utilisation de basilic ……... 12
   6.1. Pour l'alimentation …… 12
   6.2. En pharmacie ……. 13
7. Conservation ……..... 13
   7.1. Séchoir ……..... 13
   7.2. Réfrigérateur …… 13
   7.3. Congélateur ……... 14
8. Valeur nutritive ……..... 14
9. Classification taxonomique …… 14
   9.1. Classification classique …… 14
   9.2. Classification phylogénétique ……... 14
10. Conclusion ……..... 16

Chapitre II Généralités sur les huiles essentielles

1. Introduction et historique ……... 18
2. Définition ……..... 18
3. Localisation des huiles essentielles dans les plantes …….. 19
4. Synthèse et formation des huiles essentielles au niveau des plantes …….. 19
   4.1. Description de développement d'un poil glanduleux d'origan ….....…. 20
5. Rôle biologique naturel pour les plantes et pour l'utilisation humaine …….. 21
6. Importance et utilisation des huiles essentielles ……. 23
7. Les actions spécifiques pour l'utilisation humaine des huiles essentielles …… 24
   7.1. Les grandes lignes d'action des huiles essentielles ...…….. 24

7.1.1. Action antibiotique 24
7.1.2. Action anti-bactérienne 25
7.1.3. Action antivirale 25
7.1.4. Action antifongique 26
7.1.5. Action antiparasitaire 26
7.1.6. Action antiseptique 26
7.1.7. Action anti-inflammatoire 26
7.1.8. Action antispasmodique 27
7.1.9. Action analgésique, antalgique, anesthésique 27
7.1.10. Action détoxicante 27
7.1.11. Action relaxante 27
8. Obtention des huiles essentielles 28
9. Choix de méthode d'extraction des huiles essentielles 28
10. Différence entre la plante et sa huile essentielle 29
11. Propriétés biologiques d'huile essentielle de basilic 29
11.1. Indications 30
12. Caractéristiques des huiles essentielles 30
12.1. Caractéristique qui concerne la plante et la méthode d'extraction utilisées .. 31
12.2. Caractéristiques qui peuvent être détectées par les sens humaines 31
12.3. Caractéristiques physico-chimiques qui sont définis par des appareilles au laboratoire 31
12.4. Caractéristiques biologiques qui indiquent le rôle et l'utilisation des huiles essentielles 31
13. Chimie des huiles essentielles 33
13.1. Les ACIDES 33
13.2. Les SESQUITERPENES 34
13.3. Les ALDEHYDES ALIPHATIQUES ET AROMATIQUES 34
13.4. Les ALCOOLS 34
13.5. Les CETONES 34
13.6. Les COUMARINES et les LACTONES 34
13.7. Les ESTERS 35
13.8. Les MONOTERPENES 35
13.9. Les OXYDES 35
13.10. Les PHENOLS 35
14. Importance de chemotype et améliorations génétiques 36
15. Conservation des huiles essentielles 36
16. Conclusion 36

Chapitre III L'obtention d'huile essentielle

1. Introduction 38
2. L'obtention des huiles essentielles 38
3. Origines de la distillation. Abrégé historique 38
4. Méthodes de distillation 39
4.1. L'hydrodistillation 39
4.2. Entraînement à la vapeur d'eau (a basse pression) 41
5. Dans quel cas on peut utiliser la distillation par la vapeur ? 43
6. Autres types de distillation 43
6.1. Distillation à haute pression et haute température 43
6.2. Distillation à la vapeur d'eau avec entrainement par huiles essentielles 43

7. Autres types d'obtention des huiles essentielles (extractions) 44
7.1. Entraînement avec des solvants 44
7.2. Extraction par expression 44
7.3. Extraction par enfleurage 45
7.4. Extraction par CO_2 liquide 45
8. Valeur indispensable à la distillation 45
9. Conclusion 46

Chapitre IV Analyses de l'huile essentielle

1. Introduction 48
2. Historique de la chromatographie 48
3. Principe de la CPG 49
3.1. Analyses quantitatives 51
3.2. Méthodes d'analyse qualitative 51
3.2.1. Méthode par exaltation des pics 51
3.2.2. Méthode des indices de rétention 51
4. Conclusion 54

Chapitre V Analyses, résultats et discussion

1. Introduction 56
2. Partie expérimentale pour la culture de basilic 56
2.1. Conditions de culture et récolte de basilic 56
2.1.1. Dans la région d'Ouargla 56
2.1.2. Dans la région de Biskra 57
2.1.3. Dans la région de Ghardaïa 58
2.2. Analyse des eaux utilisées en irrigation 58
3. Partie expérimentale pour l'obtention des huiles essentielles 61
3.1. L'obtention des huiles essentielles et calcul de rendement 61
3.1.1. Dans la région d'Ouargla 63
3.1.2. Dans la région de Biskra 63
3.1.3. Dans la région de Ghardaïa 63
3.2. Discussion 63
4. Partie expérimentale pour les analyses par la CPG 64
4.1. Les analyses chimiques et la détection des composés chimiques totaux et des chemotypes 64
4.2. Présentation des résultats de CPG des huiles essentielles 66
4.2.1. Analyse de l'huile essentielle d'Ouargla 66
4.2.2. Analyse de l'huile essentielle de Biskra 67
4.2.3. Analyse de l'huile essentielle de Ghardaïa 67
4.3. Discussion 80
4.3.1. Dans la région de Ouargla 80
4.3.2. Dans la région de Biskra 80
4.3.3. Dans la région de Ghardaïa 80
5. Conclusion 81

Conclusion générale 84

Références bibliographiques 86

Résumé :

Dans la famille des labiacées, le genre *Ocimum* représente un groupe de plantes caractérisées en particulier par la production des huiles essentielles.

Ces huiles essentielles ont une valeur commerciale et thérapeutique très importante. Cinque sous espèces de basilic *Ocimum basilicum L.* ont été cultivées dans trois régions de sud de l'Algérie (Ouargla, Biskra et Ghardaïa), la récolte s'est faite après trois mois.

Les huiles essentielles de basilic *Ocimum basilicum L.*, objet de notre étude, sont obtenues par l'entrainement à la vapeur d'eau.

Après les calcules de rendements, une analyse par chromatographie en phase gazeuse a été fait sur une colonne Apolaire (HP-1) (50m).

Après l'analyse des huiles essentielles par la CPG et la comparaison de nos résultats avec la littérature, nous avons pu déterminer l'existence des chemotypes suivants :

- Chemotypes I : Eugenol
- Chemotypes II : Linalool
- Chemotypes III : Methyl eugenol
- Chemotypes IV : Methyl-cinnamate

Mots clés : *Ocimum basilicum L.*, sous espèce, huile essentielle, entraînement à la vapeur, chromatographie en phase gazeuse (CPG), chemotype.

Summery:

The family of labiaceae includes the genus *Ocimum*, it represents a group of plants particularly characterized in essential oils production.

These essential oils got very important commercial and medical values. Five basil *Ocimum basilicum L.* subspecies were cultivated in three areas of south Algeria (Ouargla, Biskra and Ghardaïa) harvesting done three months later.

Basil *Ocimum basilicum L.* essential oils, the objective of our study, were obtained by steam distillation.

After we had calculated the yield, a gas chromatography analyzes (GC) on a-polar (HP-1) column was done.

After analyzing essential oils by GC and comparing our results with literatures ones, we could determine the following chemotypes presence:

- Chemotypes I : Eugenol
- Chemotypes II : Linalool
- Chemotypes III : Methyl eugenol
- Chemotypes IV : Methyl-cinnamate

Key words: *Ocimum basilicum L.*, subspecies, essential oils, steam distillation, gas chromatography (GC), chemotype.

ملخـــــص:

يمثل جنس *Ocimum* من عائلة الشفويات مجموعة تتميز بخاصية إنتاج الزيوت الأساسية.

تملك هذه الزيوت قيمة تجارية واستشفائية جد هامة. قمنا بزراعة خمسة أنواع من نبات الريحان *Ocimum basilicum L.* في ثلاث مناطق من جنوب الجزائر (ورقلة، بسكرة وغرداية)، وتم الحصد ثلاث أشهر بعد ذلك.

الزيوت الأساسية للريحان *Ocimum basilicum L.* _موضوع دراستنا_ تم التحصل عليها باستعمال تقنية التقطير بواسطة بخار الماء.

بعد حساب قيم المردودية، قمنا بتحليل الزيوت الأساسية بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية على عمود ثابت غير قطبي (HP-1).

بعد تحليل الزيوت بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية، وبعد مقارنة النتائج المتحصل عليها مع النتائج المتوافرة، خلصنا إلى تحديد الأنماط الكيميائية التالية:

- النمط الكيميائي I: أوجينول.
- النمط الكيميائي II: لينالول.
- النمط الكيميائي III: ميثيل أوجينول.
- النمط الكيميائي IV: ميثيل سينلمات.

الكلمات الدالة: الريحان (الحبق)، النوع، الزيوت الأساسية، التقطير بواسطة بخار الماء، الكروماتوغرافيا الغازية، النمط الكيميائي.

LIST DES TABLEAUX

Tableau 01 : *Présentation de valeur nutritive de basilic, frais et séché*	15
Tableau 02 : *Classification classique d'Ocimum basilicum L*	15
Tableau 03 : *Classification phylogénétique d'Ocimum basilicum L*	15
Tableau 04 : *Caractéristiques de l'huile essentielle de basilic*	32
Tableau 05: *Présentation des analyses des eaux utilisées pour l'irrigation pour chaque région (tout les composés sont mesurées en mg/l)*	59
Tableau 06 : *Les conditions opératoires des analyses chromatographiques (CPG)*	65
Tableau 07 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic géant ou grand vert cultivée dans la région d'Ouargla.*	69
Tableau 08 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic géant ou grand vert cultivée dans la région d'Ouargla.*	70
Tableau 09 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert cultivée dans la région d'Ouargla.*	72
Tableau 10 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert cultivée dans la région d'Ouargla.*	74
Tableau 11 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic purple opal cultivée dans la région de Biskra.*	76
Tableau 12 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic purple opal cultivée dans la région de Biskra.*	77
Tableau 13 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic citron cultivée dans la région de Ghardaïa.*	79
Tableau 14 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce citron cultivée dans la région de Ghardaïa.*	79

LIST DES FIGURES

Figure 01. *Présentation de quelques varietés de basilic*	6
Figure 02. *Présentation morphologique des feuilles de basilic*	6
Figures 03. Et 04. *Présentation du basilic* ***Ocimum basilicum L.***	7
Figure 05. *Les graines du basilic* ***Ocimum basilicum L.*** *(Agrandissement de photo ×15)*	7
Figure 06. *Basilic cannelle*	9
Figure 07. *Basilic citronné*	9
Figure 08. *Basilic nain compact*	9
Figure 09. *Basilic grand vert*	9
Figure 10. *Basilic pourpre*	9
Figure 11. *Développement d'un poil glanduleux d'origan*	22
Figure 12. *Schéma illustrative de montage expérimental de l'hydrodistillation au laboratoire*	40
Figure 13. *Schéma illustrative de montage industriel de l'hydrodistillation*	40
Figure 14. *Schéma illustrative de montage de distillation par l'entrainement à la vapeur au laboratoire*	42
Figure 15. *Exemple de chromatogramme*	52
Figure 16. *Organigramme qui exprimant le protocole expérimental suivi pour l'obtention d'huile essentielle du basilic Ocimum Basilicum L.*	62
Figure 17. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic géant ou grand vert cultivée dans la région d'Ouargla.*	68
Figure 18. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert cultivée dans la région d'Ouargla.*	71
Figure 19. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic purple opal cultivée dans la région de Biskra.*	75

Figure 20. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic citron cultivée dans la région de Ghardaïa.* 78

LIST DES ABRÉVIATIONS

CPG	*Chromatographie en phase gazeuse*
GC	*Gas Chromatography*
GCMS	*Coupling Gas Chromatography to Mass Spectrometry* *Chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de masse*
EDEMIAO	*Entreprise de Distribution des Eaux Ménagères et Industrielles de Ouargla*
TAC	*Titre Alcalimétrique Complet*
CNRS	*Centre Nationale de la Recherche Scientifique*
CLHP	*Chromatographie Liquide à Haute Performance*
HPLC	*High Performance Liquid Chromatography*

Introduction générale

Introduction générale :

Les plantes et herbes aromatiques et médicinales étaient très connues et utilisées chez nos ancêtres. Ces plantes connues depuis longtemps comme une matière primaire pour la fabrication des médicaments, des produits cosmétiques et en gastronomie. Ces utilisations sont les mêmes à nos jours.

Le basilic *Ocimum basilicum L.* a été le choix de notre étude qui est la suite de d'autres travaux réalisés sur cette plante.

Elle est considérée comme source très importante des huiles essentielles.

Le basilic est une plante qui est utilisée dans plusieurs domaines comme les domaines médicales, cosmétiques, phytopharmaceutiques…etc., grâce à son huile essentielle riche en mono et sesqui-terpènes. L'invention des différents techniques d'analyse nous a permit de connaître que la qualité du basilic est due à son huile essentielle. Les caractéristiques qualitatives et quantitatives des composées de ces huiles essentielles ont une relation directe avec plusieurs facteurs, tels que ; la nature du sol, le climat, la région de culture, méthode d'extraction…etc. Ces facteurs peuvent agir sur plusieurs niveaux aussi, ce qui donne aux huiles essentielles une option de flexibilité selon les changements aux niveaux d'applications de ces facteurs.

Cette option de flexibilité des huiles essentielles complique et élargie ses rôles et spectres d'utilisation, en plus de ça, donne aux huiles essentielles une importance économique non négligeable.

Nous avons choisis cinq sous espèces de basilic, cultivés en trois régions différentes de sud de l'Algérie, qui sont Ouargla, Biskra et Ghardaïa.

Notre étude qui prend le titre de « **Détection et comparaison de composition chimique de plusieurs variétés de basilic *Ocimum basilicum L.* cultivées en trois régions différentes de l'Algérie** » propagé en cinq chapitres répartis comme suit ;

- La première partie résume des généralités sur la plante, et étudie la culture de basilic
- Vue l'importance des huiles essentielles, nous leur avons consacrés toute la deuxième partie
- La troisième partie comporte le protocole expérimental adapté pour l'obtention des huiles essentielles
- La quatrième partie est la partie analytique. Analyses de nos échantillons des huiles essentielles par CPG (chromatographie en phase gazeuse)
- La cinquième partie c'est la partie expérimentale qui comporte les résultats et la discussion.

Chapitre I

Généralités sur le basilic

1. Introduction :

Les plantes et les herbes aromatiques ont une grande importance dans plusieurs domaines de vie et depuis très longtemps.

Parmi ces plantes et herbes aromatiques le basilic, c'est une plante bien connue et largement utilisée dans le monde et au plusieurs niveaux (plante fraiche ou bien sèche, et ses huiles essentielles) et pour plusieurs domaines et causes.

2. Présentation et historique du basilic *Ocimum basilicum L.* :

Le terme « **basilic** », qui est apparu dans la langue française en 1120, désignait à l'origine un serpent mythique dont le regard pouvait tuer, à moins qu'on ne l'ait aperçu le premier. Le mot vient du bas latin *basilicum* qui l'a emprunté au grec *basilikos*, « petit roi ». Cette plante, probablement originaire d'Iran ou d'Inde, est arrivée en Europe via le Moyen-Orient : en Italie et dans le sud de la France au XV^{e} siècle, en Angleterre au XVII^{e} siècle, puis en Amérique avec les premiers émigrants. Le genre Ocimum compte environ 150 espèces allant de plantes annuelles à des buissons vivaces. Le plus cultivé de ceux-ci est O. basilicum, une espèce très variable. Plus de 50 espèces et formes d'Ocimum ssp. **Voir *Figure 01*. [20] [22] [33] [34]**

La variance morphologique du basilic, sa composition chimique et ses caractéristiques organoleptiques rendent son identification botanique difficile. L'hybridation complique encore l'identification. Sélectionnées en divers endroits du globe, les sous espèces de basilic présentent des caractéristiques spécifiques, notamment leur teneur en huiles essentielles, qui peut varier considérablement d'une variété à l'autre et influencer fortement la saveur. Parmi les types communs, on trouve le basilic cannelle (O. basilicum «

cinnamon ») et le basilic citronné (O. basilicum « citriodora »), entre autres. **[27] [33] [34]**

3. Morphologie du basilic :

Le basilic commun est une plante annuelle aromatique mentholée de 20 à 60 cm de haut, et peut atteindre une hauteur de 60 à 90 cm et a un port dressé et branchu. La hauteur et le port de la plante ainsi que la couleur des feuilles et des fleurs varient énormément d'une variété à l'autre ; à feuilles ovales-lancéolées, atteignant 2 à 3 cm, elles sont lisses et vert clair, vert pâle à vert foncé et parfois pourpre violet chez certaines variétés. Elles sont entieres ou dentés, opposés sur la tige ové dans la forme. **Voir *Figure 02.***

Les tiges dressées, ramifiées, ont une section carrée comme beaucoup de labiées, elles ont tendance à devenir ligneuses et touffues.

Les fleurs, bilabiées, petites et blanches, ont la lèvre supérieure découpée en quatre lobes. Elles sont de petite taille et groupées en longs épis tubulaires, en forme de grappes allongées. **Voir *Figures 03. Et 04.***

Les graines fines, oblongues, sont noires. **Voir *Figure 05.***

[9] [20] [33] [36]

Figure 01. *Présentation de quelques varietés de basilic* **[34]**

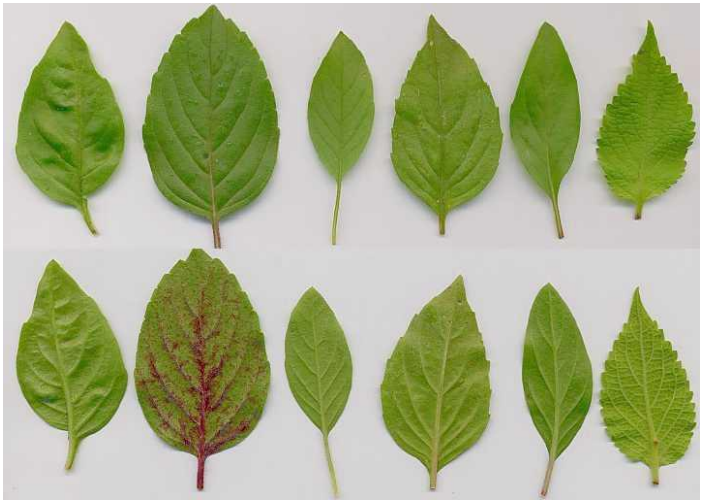

Figure 02. *Présentation morphologique des feuilles de basilic* **[49]**

Figures 03. Et 04. *Présentation du basilic* ***Ocimum basilicum L.***

[42] et [39]

Figure 05. *Les graines du basilic* ***Ocimum basilicum L.***

(Agrandissement de photo ×15) **[47]**

3.1. Description des sous espèces de basilic qui ont fait l'objet de notre étude :

Généralement le basilic grand vert (**Voir *Figure 09.*)** peut atteindre une hauteur de 60 à 90 cm et a un port dressé et branchu. Les feuilles sont lisses et vert clair, les fleurs sont petites et blanches. Le basilic cannelle a un port semblable, mais est beaucoup plus petit et atteint 30 à 40 cm, il a des feuilles violacées plus petites, des épis floraux roses et une odeur rappelant l'anis et la cannelle. **Voir *Figure 06.***

Le basilic citronné a un port semblable à celui du basilic cannelle mais a des feuilles lisses vert clair et de petites fleurs blanches. **Voir *Figure 07.***

Le basilic pourpre a des feuilles violettes très odorantes caractéristiques. **Voir *Figure 10.***

Le basilic nain compact à des feuilles très petites et vert claires et compactes, les fleurs sont blanches, il peut atteindre une hauteur de plus de 60 cm. **Voir *Figure 08.* [33]**

Figure 06. *Basilic cannelle* **[40]**

Figure 07. *Basilic citronné* **[43]**

Figure 08. *Basilic nain compact* **[48]**

Figure 09. *Basilic grand vert* **[44]**

Figure 10. *Basilic pourpre* **[41]**

3.2. Goût :

Selon la variété, le basilic rappelle le citron, l'anis, le thym, le jasmin ou le gingembre.

Les feuilles fraîches du grand basilic et du basilic nain ont un petit goût de clou de girofle.

Le basilic thaï possède plus de caractère. **[36]**

4. Culture :

La culture du basilic nécessite un climat chaud et ensoleillé, méditerranéen ou tropical. Il peut aussi se cultiver en pays tempérés, soit en pots ou jardinières, ou en pleine terre moyennant quelques précautions.

La culture du basilic nécessite cinq heures d'ensoleillement quotidien, ou 12 heures de lumière artificielle. Juillet-août est la période propice pour la récolte de ses feuilles à des fins de congélation.

Attention : le basilic craint le froid et ne résiste pas si la température descend en dessous de 10 °C. **[20] [36]**

4.1. L'ensemencement :

Le Basilic peut être directement semis ou transplanter au champ dans un mélange de terre enrichi de compost à la fin du printemps vers mars-avril. En climat tempéré, il faut le faire en serre ou dans des pots maintenus à une température de l'ordre de 20 °C. Le taux de germination de la graine devrait être 80-96%, et la graine ne devrait pas être semée si le pourcentage de germination est moins de 70%. Si le sol est lourd, la graine devrait être couvrée par un anticrustant. Le sol devrait être conservée humide pour accélérer la germination et assurer un élevage plus uniforme de la plante. La graine est relativement petite.

Un uniforme semis est demandé pour un établissement optimum de la plante. Les graines doivent êtres semis seulement pour 0.31 – 0.63 cm de profondeur. L'apparition de la plante devrait être entre 8-14 jours. Quand elles sont environs 15 cm de long, il faut l'empêcher de monter en fleurs, pour encourager l'ébranchement latéral et la croissance, donc pincer les extrémités des tiges quand les fleurs se forment. Le repiquage en pleine terre peut se faire lorsque le sol s'est suffisamment réchauffé et que les gelées ne sont plus à craindre, soit vers la fin mai. **[20] [27] [36]**

4.2. Distances recommandées pour l'ensemencement :

La densité optimale de population de basilic dépend de l'utilisation finale, une densité plus élevée peut être développée si les équipements compatibles de la ferme sont disponibles pour la culture et l'ensemencement par machinerie. Il est recommandée que les rangées ont 60 à 90 cm d'intervalle, avec les plantes étant espacées tous les 15 cm pour chaque rangée. Le basilic peut également être planté dans un parterre de 3 rangées 30 cm d'intervalle avec 30 cm entre les rangées. La distance entre les parterres, dépendent de l'équipement disponible, s'étend de 60 à 90 cm. Des grandes variations en croissance et en rendement peuvent se produire en raison des conditions climatiques, type de plante, et les procédures culturelles et de gestion. **[27]**

4.3. Irrigation:

Le basilic n'est pas tolérant à l'effort de l'eau « water stress ». Un régulier et même un approvisionnement en humidité par l'intermédiaire de filet ou d'irrigation « irrigation goutte à goutte » superficielle est nécessaire. Si l'irrigation de filet est utilisée, on doit observer le soin pendant la moisson pour ne pas endommager la ligne d'irrigation. **[27]**

4.4. Sol:

Le basilic préfère une exposition abritée et un sol frai et bien drainé, léger, riche en compost .Le basilic requiert un sol bien humidifié mais il devient maussade s'il prend un bain de pieds. **[20] [36]**

4.5. Saison de basilic :

De l'ensemencement à la moisson, 4 à 5 mois **[9]**

5. Récolte :

Il faut récolter le basilic avant que les fleurs ne montent en épis sinon le basilic perd de son piquant.

Les jeunes pousses ont plus de saveur.

Lorsque vous coupez les feuilles avec la tige, assurez-vous que la plante conserve une hauteur minimum de 15 cm pour maintenir sa croissance et une double paire de feuilles.

Pour obtenir une récolte sur une longue période, mieux vaut planter des semis successifs aux 15 jours. **[36]**

6. Utilisation de basilic :

6.1. Pour l'alimentation :

Comme herbe aromatique fraîche.

Les feuilles sèches sont utilisées pour assaisonner des ragoûts, des dressages et des potages.

Les feuilles et les jeunes tiges sont séchées, ou utilisées comme source d'huile essentielle. **[9]**

Comme huile essentielle pour les préparations de parfums et de liqueurs ; la plante fraîche distillée donne une essence contenant de l'eucalyptol et de l'eugénol.

6.2. En pharmacie :

- Partie utilisée : feuilles et sommités fleuries
- Propriété : Stomachique, carminatif, lactagogue, stupéfiant léger
- Mode d'emploi : Infusion, poudre, essence, oenolé, cataplasme

Sédative, antispasmodique des voies digestives, diurétique, antimicrobienne, contre l'indigestion et en tant que vermifuge. Elle éloignerait les moustiques et c'est un remède contre l'héméralopie.

7. Conservation :

7.1. Séchoir :

Le basilic perd beaucoup de son arôme au séchage. Il est donc préférable de le consommer frais ou congelé. Toutefois, pour certaines recettes traditionnelles, on exige du basilic séché. Dans ce cas, le ciseler finement et le mettre à sécher à l'ombre sur un cadre recouvert de gaze ou de toile moustiquaire, ou au déshydrateur. Malheureusement, il a tendance à perdre beaucoup de sa saveur: le séchage vient renforcer son accent mentholé et déséquilibre son goût original. **[34] [36]**

7.2. Réfrigérateur :

Hacher les feuilles et les mettre dans de l'huile d'olive avec du gros sel. Fermer hermétiquement le pot et garder au réfrigérateur. **[34]**

7.3. Congélateur :

Passer des feuilles fraîches au mélangeur pour obtenir une purée. Ajouter de l'huile d'olive si désiré. Mettre dans un bac à glaçons et congeler. Placer ensuite les cubes dans un sac à congélateur. **[34]**

8. Valeur nutritive :

Le ***Tableau 01*** présente les valeurs nutritives pour le basilic dans ces deux cas, frais et séché, selon la source ; Santé Canada. *Fichier canadien sur les éléments nutritifs*, 2005.

Vitamine K. Le basilic séché est une excellente source de vitamine K.

Fer. Une portion de basilic séché est une source de fer pour l'homme, mais pas pour la femme, car leur besoin respectif en fer est différent. **[34]**

Le basilic est riche en calcium et phosphore, Vitamines A, C …etc. **[36]**

9. Classification taxonomique :

9.1. Classification classique : Voire ***Tableau 02***

9.2. Classification phylogénétique : Voire ***Tableau 03***

Tableau 01 : *Présentation de valeur nutritive de basilic, frais et séché* **[34]**

Que vaut une « portion » de basilic?		
Poids/volume	**Frais, 15 ml/2,5 g**	**Séché, feuilles, 15 ml / 2 g**
Calories	0,5	5,0
Protéines	0,7 g	0,3 g
Glucides	0,1 g	1,3 g
Lipides	0,0 g	0,1 g
Fibres alimentaires	0,1 g	0,9 g

Tableau 02 : *Classification classique d'Ocimum basilicum L.* **[20]**

Règne	*Plantae*
Division	*Magnoliophyta*
Classe	*Magnoliopsida*
Ordre	*Lamiales*
Famille	*Lamiaceae*
Genre	*Ocimum*
Espèce	*Ocimum basilicum*L., 1753

Tableau 03 : *Classification phylogénétique d'Ocimum basilicum L.* **[20]**

Ordre	*Lamiales*
Famille	*Lamiaceae*

10. Conclusion :

La culture de basilic demande des conditions spéciales pour certaines variétés, surtout le basilic pourpre, citron et cannelle. Le basilic est une plante généralement tropicale, donc elle demande une grande humidité qui est malheureusement faible dans les régions d'étude.

En plus, d'autres facteurs peuvent agir directement sur les plantes et leurs croissances, et aussi surement sur leurs composés aromatiques et leurs huiles essentielles, tels que ; la nature de sol, le climat, la méthode d'extraction...etc.

Chapitre II

Généralités sur les huiles essentielles

1. Introduction et historique:

Il y a 7.000 ans, les huiles aromatiques étaient utilisées en Inde. Leurs principes thérapeutiques étaient connus et les essences étaient employées dans la médecine.

Chaque peuple a apporté son génie à l'art des arômes et des parfums. Car, dans toutes les civilisations antiques, les essences sont là pour purifier l'esprit, protéger le corps, élever l'âme, et régénérer l'être. **[16]**

2. Définition :

En fait, les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes sous la forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches et le bois. **[21] [31]**

Une huile essentielle est en général un mélange de substances naturelles volatiles obtenues par codistillation avec la vapeur d'eau à partir de la biomasse végétale. Les huiles essentielles se caractérisent par leur odeur, leur goût, leurs propriétés physicochimiques et biologiques. **[7] [37] [19]**

Les huiles essentielles ont été obtenues à partir de plus de 3000 plantes et sont indiquées et définies par les espèces de plante et parfois l'endroit géographique. **[37]**

Les huiles essentielles sont synthétisées grâce à l'énergie solaire, par les cellules sécrétrices des plantes aromatiques, que celles-ci conservent dans des poches, au niveau des feuilles et des pétales en particulier.

Certaines huiles essentielles ont jusqu'à 250 molécules aromatiques actives différentes, et ce, dans des proportions parfaitement adaptées. **[26]**

Ces molécules volatiles ont de faible poids moléculaire, ce que donnent les plantes comme la menthe poivrée, le citron, le basilic, et la sauge leurs odeurs caractéristiques. **[11]**

Les huiles essentielles sont de très puissants concentrés végétaux énergétiques. **[15]**

3. Localisation des huiles essentielles dans les plantes :

Ces essences sont localisées dans différents organes de la plante. Elles sont présentes soit dans les organes végétatifs; soit dans les organes reproducteurs. Nous les trouvons dans les feuilles et les fleurs, mais également dans les graines (semences), les racines, les fruits et les écorces. les tiges, le bois, etc. Et sont également concentrées dans certains cellules ou groupes spéciaux de cellules (glandes).

Les huiles essentielles sont des produits naturels des plantes qui s'accumulent en structures spécialisées telles que des cellules d'huile, des trichomes glandulaires, et des conduits d'huile ou de résine. **[15] [19] [37]**

4. Synthèse et formation des huiles essentielles au niveau des plantes:

Les essences végétales sont d'une part des produits aromatiques de la plante, d'autre part des substances élaborées par des cellules sécrétrices localisées dans les différentes parties de la plante. **[15]**

Sous l'influence du rayonnement solaire, les plantes synthétisent au sein de cellules très spécifiques des composés aromatiques, véritables concentrés d'énergie : les huiles essentielles. **[31]**

Ces substances se forment de trois façons :

- Nous avons une formation dite **"en surface glandulaire épidermique"** :

Les essences sont à la périphérie de la plante par des glandes spécialisées : ce sont les poils sécréteurs fabriquant les essences, et les poils "tacteurs" servant au tact de la plante (ils la mettent en relation avec son environnement, ont un rôle de protection vis à vis des insectes et du climat). Les essences sont stockées dans des poches à essence : ainsi chez la Lavande vraie, la Sauge officinale, la Verveine citronnée.

- La deuxième formation est dite **"schizogène"** :

C'est à dire qu'elle se fait dans l'épaisseur de la plante : au niveau de la feuille.
On la retrouve notamment dans le Millepertuis, le Géranium, L'eucalyptus, le Mélaleuque.

- La troisième formation est dite **"par canaux"** ou **"schizolysigène"** :

Elle se produit en profondeur de la plante: Elle est l'essence dominante que l'on trouve dans le bois des arbres, comme, par exemple, dans le Bois de Rose, le Pin, le Santal. **[15]**

4.1. Description de développement d'un poil glanduleux d'origan :

Les cellules sécrétrices élaborent des huiles essentielles (composés terpéniques odoriférants). Les huiles sont stockées dans une poche extracellulaire juste en dessous de la cuticule. ***Figure 11.*** **[17]**

5. Rôle biologique naturel pour les plantes et pour l'utilisation humaine :

Les essences fabriquées par les plantes servent à attirer les insectes et à en repousser d'autres. Elles jouent un rôle relationnel. Les plantes émettent des molécules volatiles pour attirer les pollinisateurs éventuels, et par contrecoup, non voulu à l'origine, les parfumeurs. Ce langage parfumé est le moyen de communication usité entre les végétaux.

Ces essences, qui sont des molécules chimiques naturelles, sont produites pour inhiber la croissance des plantes voisines, ayant une implication anti-germinative. Elles sont tout aussi bien élaborées lorsqu'il y a danger, par exemple quand la plante est attaquée par des prédateurs (herbivores). Par ailleurs, elles ont une réserve énergétique pour elles : quand il y a nécessité, elles vont y puiser. Elles vont couvrir les besoins de la plante en cas de situation, ainsi elle les utilise à ses propres fins notamment après la cueillette. **[15]**

La vaporisation de ces composés volatils permet à la plante de se refroidir, sans perdre d'eau. **[17]**

En général les huiles essentielles donnent aux plantes leurs odeurs caractéristiques, saveurs, ou d'autres propriétés. **[38]**

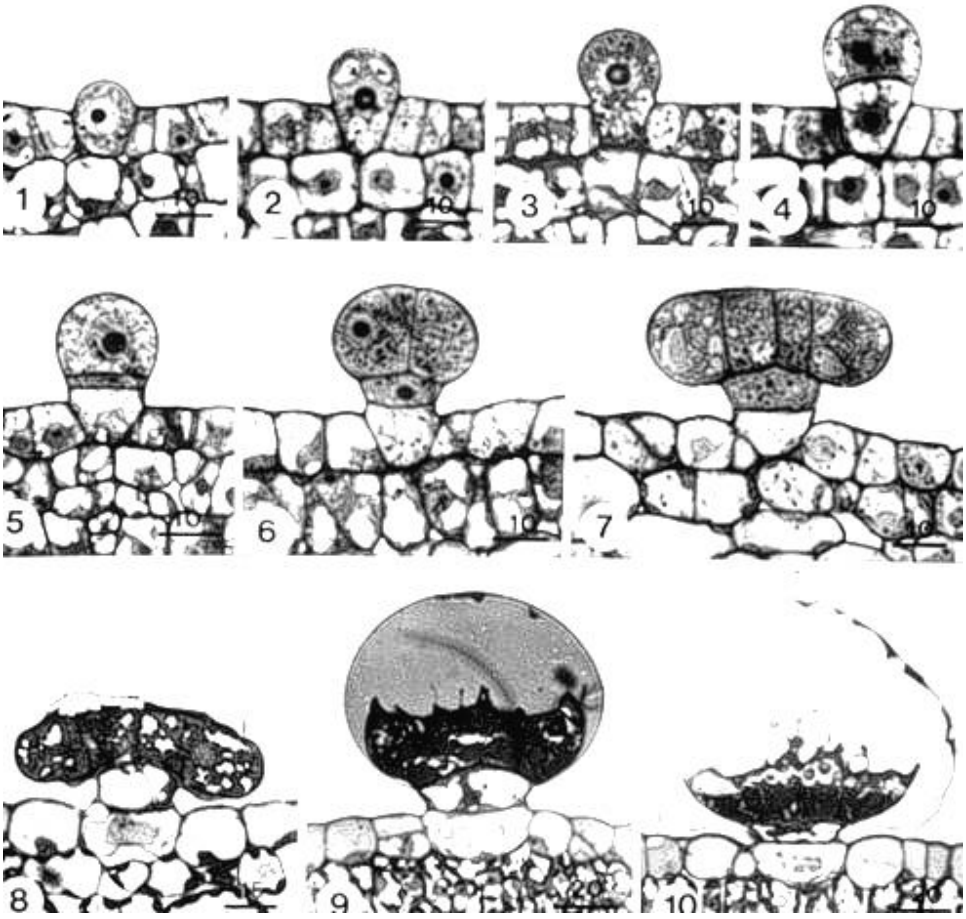

Figure 11. *Développement d'un poil glanduleux d'origan* **[17]**

6. Importance et utilisation des huiles essentielles :

Beaucoup des huiles essentielles, sont commercialement importantes en assaisonnement. Elles sont utilisées comme matières premières de base dans la fabrication des parfums. L'industrie alimentaire utilise beaucoup des huiles essentielles pour rehausser le goût des aliments, pour parfumer et colorer. Et pour assaisonner des boissons. En raison de leurs propriétés, elles sont employées couramment dans les médicaments.

Elles constituent la matière première de l'aromathérapie. **[38] [7] [11] [9] [31]**

Les huiles essentielles du basilic extraites par l'intermédiaire de la distillation par la vapeur à partir des feuilles et des extrémités fleurissantes sont employées pour assaisonner les nourritures, les produits dentaires et oraux, dans les parfums, et dans des rituels et des médicaments traditionnels.

Les huiles essentielles extraites contienent des constituants biologiquement actifs qui sont des insecticides, nematicidal, fungistatic ou qui ont les propriétés antimicrobiennes. Ces propriétés peuvent fréquemment être attribuées aux constituants prédominants d'huile essentielle, tels que le chavicol méthylique, le linalol, l'eugénol, le camphre, et le cinnamate méthylique. Deux composants mineurs d'huile essentielle de basilic doux, le juvocimene I et II, ont été rapportés en tant qu'analogues juvéniles efficaces d'hormone. **[14]**

Elles sont employées au lieu des feuilles sèches pour l'assaisonnement. **[27]**

7. Les actions spécifiques pour l'utilisation humaine des huiles essentielles :

Le champ d'action des huiles essentielles est vaste, complexe et précis. Par leur pouvoir acidifiant, elles peuvent réduire la sclérose cellulaire. Elles atténuent les mauvais effets générés par le stress, régulent l'énergie vitale et celle de chaque organe. Elles ont la capacité de ralentir le vieillissement prématuré des cellules. **[15]**

Par leur action équilibrante et apaisante, elles augmentent la résistance organique tout en stimulant les aptitudes d'autoguérison du corps. Elles jouent un rôle essentiel pour le système hormonal. Elles renforcent la force vitale les capacités naturelles de défense de l'organisme. **[15]**

Vitalisantes, elles aident et soutiennent les réactions de guérison du corps face aux pathologies. **[15]**

Chacune d'elles a la capacité de modifier le terrain propre à chaque personne. **[15]**

7.1. Les grandes lignes d'action des huiles essentielles :

Par leur énergie naturelle, les huiles essentielles ravivent notre énergie vitale. Elles la nourrissent. Elles aident le corps à retrouver son équilibre original, agissant sur le mental et l'émotionnel. Elles réaccordent l'être avec lui-même. **[15]**

7.1.1. Action antibiotique

Les huiles essentielles ont la capacité première d'inhiber les germes infectieux et d'enrayer le retour éventuel de ceux-ci. En agissant directement sur le terrain, pénétrant immédiatement dans le sang (peau, tissu veineux,

vaisseaux sanguins, …), elles vont développer pratiquement instantanément leurs propriétés thérapeutiques. **[15]**

En effet, nous sommes tous porteurs de flore pathogène, susceptibles de créer des désordres. Nos bactéries signent notre identité. C'est notre flore intestinale qui commande à l'équilibre interne. En effectuant un aromatogramme, nous pouvons décoder le terrain de la personne dans son déséquilibre, cette analyse apportant un très intéressant complément d'information, en orientant et étayant le diagnostic de façon précise. Les huiles essentielles favorisent le développement des souches saines : c'est là qu'elles démontrent toute leur action antibiotique. De plus, elles respectent la flore saine tout en attaquant la flore pathogène, contrairement aux antibiotiques chimiques. **[15]**

7.1.2. Action anti-bactérienne

Les huiles essentielles neutralisent sans difficulté aucune tous les germes bactériens, stoppant ainsi leur activité microbienne. **[15]**

Elles sont ainsi très bien indiquées dans tous les états infectieux, sans restriction aucune. **[15]**

Les molécules aromatiques qui agissent dans ce sens sont : les phénols, les monoterpénols (stimulent les défenses naturelles), les aldéhydes, les cétones. **[15]**

7.1.3. Action antivirale

Les huiles essentielles détruisent les agents pathogènes responsables de l'infection (microbes, champignons, virus, toxines infectieuses). Elles sont donc à utiliser dans toutes les affections virales, telles que la grippe, l'herpès, le zona, le sida, la poliomyélite. **[15]**

Elles parviennent à chasser les déchets accumulés dans le corps et qui n'ont pu être évacués par les voies naturelles d'élimination, tout en respectant la flore. **[15]**

Elles renforcent également les défenses immunitaires du corps. Les molécules aromatiques qui agissent dans ce sens sont : les phénols, les monoterpénols (sans effet secondaire). **[15]**

7.1.4. Action antifongique

Les huiles essentielles agissent très bien dans les problèmes posés par les mycoses. Il est important de savoir que celles-ci ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi, en alcanisant un terrain non acide mais prédisposé aux mycoses, il est tout à fait possible d'éviter les infections fongiques. **[15]**

7.1.5. Action antiparasitaire

Les huiles essentielles à phénols ont une action puissante sur les parasites. **[15]**

7.1.6. Action antiseptique

Par leur action désinfectante, les huiles essentielles réduisent le développement des germes pathogènes. **[15]**

7.1.7. Action anti-inflammatoire

Les huiles essentielles anti-inflammatoires stimulent les mécanismes de défense naturelle à réagir tout en activant les propriétés immuno-modulantes. Elles aident ainsi le corps en le soutenant lors de tout processus inflammatoire même sous-jacent. **[15]**

7.1.8. Action antispasmodique

Selon le dosage, les huiles essentielles antispasmodiques auront soit une action sédative, soit une action tonifiante. Par ailleurs, elles sont antidépressives. **[15]**

7.1.9. Action analgésique, antalgique, anesthésique

Les huiles essentielles agissent très bien dans tous les types de douleur. Elles apaisent les irritations, calment les spasmes et les démangeaisons. Elles diminuent la sensibilité d'une zone ayant subi un choc ou un traumatisme, tout en soulageant la souffrance. **[15]**

7.1.10. Action détoxicante

Les huiles essentielles désintoxiquent, régularisent, stimulent les fonctions de l'organisme, en ayant des actions spécifiques sur chaque organe.

Elles sont équilibrantes, tonifiantes et possèdent un effet dynamisant sur l'énergie vitale, sans pour autant l'épuiser. **[15]**

7.1.11. Action relaxante

Les huiles essentielles ont un effet relaxant, de bien-être et de détente. Elles facilitent le sommeil en favorisant l'endormissement (en diffuseur, par voie orale, en massages). Elles aident le corps à relâcher les tensions et sont d'une exceptionnelle efficacité dans le stress. **[15]**

8. Obtention des huiles essentielles :

Elles sont obtenues à partir de la plante par diverses manières, dépendant de la nature de la partie dans laquelle ils se produisent.

Elles sont obtenues par la distillation à la vapeur (distillation par entraînement à la vapeur d'eau) ou distillation à l'eau (hydrodistillation) des botaniques, et par compression, par pression et macération, et par l'extraction par solvants. **[15] [37] [19] [27] [31]**

L'huile essentielle est donc un produit d'extraction dont les propriétés diffèrent à l'issue de la distillation. En effet, la distillation entraîne des modifications dans la composition moléculaire que l'on trouve dans la plante. Le mode d'extraction influe sur sa potentialité médicinale. En évoquant l'huile essentielle, on va ainsi parler d'un produit extrait et non des propriétés de base de la plante. **[15]**

9. Choix de méthode d’extraction des huiles essentielles :

Tant que l'huile essentielle est une substance aromatique qui va être dégagée lors de la distillation. C'est elle qui va donner ses caractéristiques significatives qui sont l'odeur, la couleur et ses principes actifs. **[15]**

La méthode spécifique d'extraction utilisée dépend de la matière végétale à distiller et du produit final désiré. Les huiles essentielles qui donnent les aromes distinctifs sont des mélanges complexes des constituants organiques, certains dont étant moins stable, peut subir des changements chimiques une fois soumis aux hautes températures. Dans ce cas-ci, l'extraction par solvants organique est exigée pour assurer qu’aucune décomposition ou des changements se sont produits qui changeraient l'arome et le parfum du produit

final. De plus des nouvelles méthodes d'extraction de l'huile essentielle telles qu'employer le CO_2 supercritique qui rapportent des huiles de haute qualité sont commercialement employées, mais sont moins courant et au delà des moyens financiers de la plupart des processeurs.

Le rétablissement des huiles essentielles non-volatiles est également obtenu par l'extraction par solvants bien que le processus soit plus difficile et complexe que le rétablissement des volatiles. Ce processus rapporte un produit résineux aromatique connu sous le nom d'oléorésine, qui est plus concentrée qu'une huile essentielle et qui a une large application dans l'industrie alimentaire. **[13]**

10. Différence entre la plante et sa huile essentielle :

Des huiles essentielles, qui sont extraites de diverses parties de la plante par distillation, se composent de beaucoup de différents composants. Les ingrédients chimiques donnent à chaque huile essentielle le parfum de l'essence. Certains de ces composants ont plus d'odeur que d'autres, mais la totalité des composants est le parfum ou l'odeur éponyme de la plante. Par la nature de la chaleur ou de la vapeur (la chaleur) et de soumettre la plante à la distillation par la vapeur, l'odeur d'huile essentielle résultante n'est pas exactement l'odeur de la plante vivante. Et la distillation produit quelques ingrédients dans l'huile essentielle qui ne sont pas présents à la plante vivante.

[6]

11. Propriétés biologiques de l’huile essentielle de basilic :

Huile revigorante et vitalisante. Le Basilic est le meilleur des toniques pour le système nerveux, en plus il remet les idées en place. Il combat le stress, la fatigue et augmente la résistance du corps. A une action anti-

dépressive et stimule la mémoire. Effet euphorisant. Régularise le système neurovégétatif, antispasmodique, antiviral, fébrifuge. Conseillé aussi dans l'hépatite virale, maladies infectieuses tropicales et le mal des transports. Stimulant digestif, surrénal et circulatoire. **[25]**

11.1. Indications :

- Digestive : Antiseptique intestinal. Flatulence, indigestion, nausée, gastro-entérites. Décongestionnant biliaire.

- Tête : mal d'oreilles, rhumes, sinusites, migraines.

- Musculaire : spasmes, douleurs. Crampes du bas ventre.

- Nerveux : insomnies, anxiété, dépression, hystérie, indécision, insuffisance nerveuse, tonique. Epuisement intellectuel, spasmophilie. Vertiges.

- Respiratoire : asthme, bronchite, toux, catarrhe, emphysème, hoquet, coqueluche.

- Peau : molle ou congestionnée, anti-moustique, calme les piqûres de guêpe (à condition que l'huile soit pure).

- Divers : facilite l'accouchement et l'allaitement. Amincissement. Régulateur des menstruations (emménagogue). Paralysie. **[25]**

12. Caractéristiques des huiles essentielles :

La qualité des huiles essentielles et leurs utilisations dues à ces caractéristiques.

Les huiles essentielles sont caractérisées par :

12.1. Caractéristique qui concerne la plante et la méthode d'extraction utilisées :

- Famille et classification botanique de la plante.
- Origine géographique de la plante.
- Méthode d'extraction utilisée pour l'obtention de l'huile essentielle, et le rendement de l'extraction.

12.2. Caractéristiques qui peuvent être détectées par les sens humaines :

Les huiles essentielles ont un parfum, mais elles ont également une couleur, une viscosité, et un goût. **[6]**

12.3. Caractéristiques physico-chimiques qui sont définis par des appareilles au laboratoire :

- Densité
- Indice de réfraction
- Pouvoir rotatoire
- Chemotype

12.4. Caractéristiques biologiques qui indiquent le rôle et l'utilisation des huiles essentielles :

Par exemple, les propriétés biologique et médicinales, les indications, l'usage (interne ou externe), et d'autres informations peuvent êtres ajoutées par les fabriquant des huiles essentielles.

Voila un exemple de quelques caractéristiques de l'huile essentielle de basilic au ***Tableau 04***.

Tableau 04: *Caractéristiques de l'huile essentielle de basilic* **[18]**

Famille	**Labiées**
Origine	Pays méditerranéens
Obtention	par distillation des feuilles
Rendement	0,03 à 0,5%
Densité	0,90 à 0,97
Indice de réfraction	1,51 à 1,52
Pouvoir rotatoire	- l° a + 2°
Odeur	chaude et camphrée
Chemotypes	méthyl chavicol, 1,8 cinéole, l, linalol, estragol
Propriétés	stomachique, stimulante, antispasmodique, cicatrisante, antiseptique, antiasthénique
Indications	piqures d'insectes, inflammations bouche et gorge, troubles spasmodiques, digestifs, spasmes, vertiges
Usages	interne et externe
Divers	employée en parfumerie et cuisine

13. Chimie des huiles essentielles :

Chimiquement, les huiles essentielles sont des mélanges extrêmement complexes contenant des composés de chaque classe principale des groupes fonctionnels. **[37]**

Les principaux constituants sont des terpènes et de leurs dérivés oxygénés. Des mono et des sesquiterpènes, des composés de carbone et hydrogène, et des polypropanoids aromatiques synthétisés par l'intermédiaire de la voie acide mevalonic pour des terpènes et de la voie acide shikimic pour les polypropanoids aromatiques. Mais les composés benzénoïdiques et aliphatiques peuvent également être présents. En outre connu en tant qu'huile éthérée. **[18] [37]**

D'autres contiennent des aldéhydes, des cétones, ou des phénols. L'oxygène, le soufre, et l'azote sont présents dans les composés dans d'autres.

[37]

En somme les huiles essentielles sont des substances complexes qui contiennent plusieurs centaines de composants, cependant on peut les regrouper en 11 familles de substances chimiques: **[21]**

13.1. Les ACIDES :

(Action légèrement stimulante) Il s'agit de molécules jouissant de propriétés anti-inflammatoires très puissantes et qui, secondairement, présentent des aspects hypothermisants et hypotenseurs. **[21] [30]**

13.2. Les SESQUITERPENES :

(Action rééquilibrante) Sont des immunostimulants et des tonifiants qui ne présentent jamais de toxicité. **[21] [30]**

13.3. Les ALDEHYDES ALIPHATIQUES ET AROMATIQUES:

(Action relaxante et action légèrement stimulante, par ordre) Sont de grands anti-inflammatoires, anti-infectieux, anxiolytiques et litholytiques (calculs). On les utilise parfois lors de problèmes d'allergies. **[21] [30]**

13.4. Les ALCOOLS :

(Action stimulante) Ces molécules jouent un rôle important en matière d'immunostimulation et anti-infections. Ce sont, dans une moindre mesure, des tonifiants, bactéricides et fongicides. **[21] [30]**

13.5. Les CETONES :

(Action relaxante) Ont trois fonctions principales : ils sont mucolytiques, lipolytiques et cicatrisants. Ces molécules sont dangereuses car neurotoxiques et abortives. **[21] [30]**

13.6. Les COUMARINES et les LACTONES:

(Action rééquilibrante) Jouissent de nombreuses propriétés. Elles ont des effets anti-coagulants, anti-convulsivants, sont hypotensives, augmentent le temps de latence au niveau de l'arc réflexe (action sédative) et sont hypothermisante. **[21] [30]**

13.7. Les ESTERS :

(Action rélaxante) Agissent surtout sur le système nerveux. On les utilisera préférentiellement comme antispasmodiques, mais aussi comme calmants, toniques et rééquilibrants nerveux. **[21] [30]**

13.8. Les MONOTERPENES :

(Action stimulante) Sont surtout utilisés comme "cortison-like", c'est-à-dire anti-douleurs. **[21] [30]**

13.9. Les OXYDES :

(Action légèrement stimulante) Sont utilisés pour leurs pouvoirs expectorants et anti-parasitaires. Secondairement, ils présentent des propriétés décongestionnantes et mucolytiques (au niveau de l'arbre broncho-pulmonaire, essentiellement). **[21] [30]**

13.10. Les PHENOLS :

(Action stimulante) Sont de très puissants anti-infectieux, anti-viraux, anti-bactériens, fongicides et parasiticides. Ils ne sont d'habitude utilisés que pour ces propriétés et sont biologiquement dangereux (dermocaustiques, hépatotoxiques). L'utilisation des phénols ne peut se faire, comme pour les cétones, par voie d'auto-médication ; leur utilisation par voie interne doit se faire avec la plus grande circonspection. **[21] [30]**

14. Importance de chemotype et améliorations génétiques:

Depuis 1984, nous avions caractérisé la diversité chimique des espèces d'Ocimum pour identifier des chemotypes d'intérêt commercial potentiel. Les études Génétique et les études d'élevage ont été lancées pour augmenter toute la teneur en huile essentielle (concentration) des chemotypes commerciaux de basilic et pour augmenter la teneur des constituants spécifiques d'huile en d'autres chemotypes tels que qui ont une haute teneur en chavicol méthylique et cinnamate méthylique. **[14]**

15. Conservation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont fragiles et volatiles. Elles doivent être conservées dans des flacons soigneusement bouchés, à l'abri de l'air, de la lumière et des variations de température.

Les huiles essentielles se conservent entre 2 et 5 ans, à l'abri de la lumière et de l'air. Il est donc indispensable qu'elles soient conservées dans un flacon brun, hermétiquement fermé. **[24]**

16. Conclusion :

Une huile essentielle peut avoir des effets différents selon ces composantes. Elle peut être en même temps sédative et stimulante. Il faut donc connaître la composition chimique des huiles essentielles et leurs actions biologiques afin d'estimer au mieux leurs effets probables sur l'organisme. **[21]**

Chapitre III

L'obtention d'huile essentielle

1. Introduction :

L'obtention des huiles essentielles est un processus très important de l'importance de la qualité des huiles essentielles eux même. Plusieurs méthodes peuvent êtres utilisées, mais comment choisir la bonne méthode ? C'est une question très importante.

2. L'obtention des huiles essentielles :

Généralement, la technique la plus vielle et la plus efficace c'est la distillation, cette technique de nos jours a été développée et il y a plusieurs méthodes et applications qui sont utilisées.

La purification par distillation consiste en transférant la substance dans l'état gazeux à un autre endroit où elle est de nouveau liquéfiée ou solidifiée. Là où cette méthode de purification est employée il est essentiel que la substance soit stable à son point d'ébullution. **[8]**

L'huile essentielle de densité inférieure à celle de l'eau (<1) flotte sur l'eau de distillation (hydrolat) et se recueille par débordement. **[35]**

Mais il existe d'autres techniques qui ne sont pas basées sur la distillation.

3. Origines de la distillation. Abrégé historique :

La distillation était une invention des alchimistes grecs dans la première annonce de siècle et les derniers développements de l'appareillage de distillation à grande échelle s'est produit en réponse aux demandes des spiritueux. Hypathia d'Alexandrie est crédité d'avoir inventé l'appareillage de

distillation et la première description exacte de l'appareil de distillation est donnée par Zosimus d'Alexandrie, au quatrième siècle.

La distillation a été développée plus loin par l'alchimiste musulman Jabir ibn Hayyan autour 800 après jésus christ. **[23]**

4. Méthodes de distillation :

Deux techniques de distillation par l'eau distillée sont applicables dans le cas des huiles essentielles, dont une technique peut assurer une qualité des huiles essentielles obtenues mieux que l'autre.

4.1. L'hydrodistillation : Voir *Figure 12. Et Figure 13.*

Cette méthode consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans l'eau distillée qui est portée à ébullution. Les principes volatiles sont alors entrainés par la vapeur d'eau et après condensation du distillat, sont séparés par décantation. **[2]**

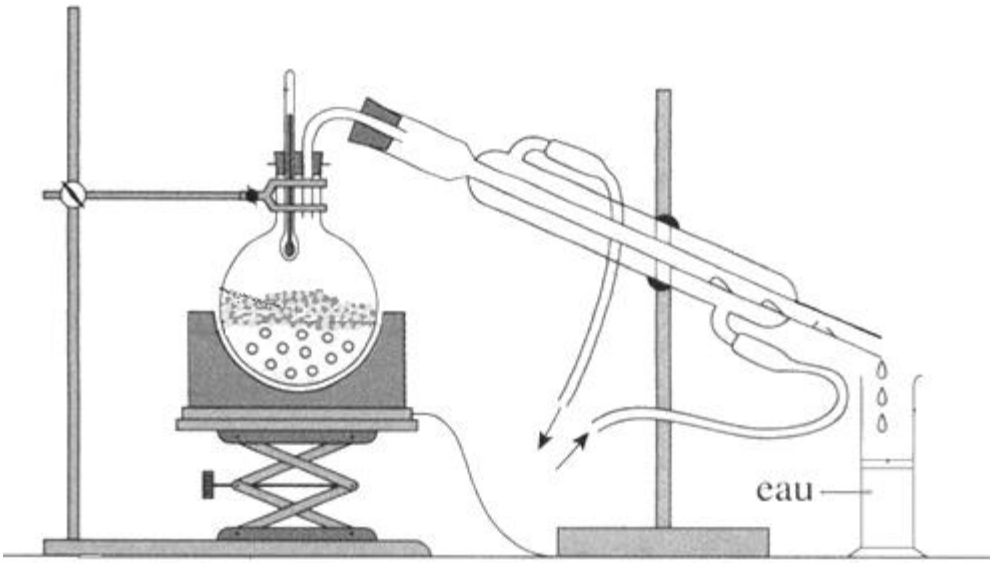

Figure 12. *Schéma illustrative de montage expérimental de l'hydrodistillation au laboratoire* **[45]**

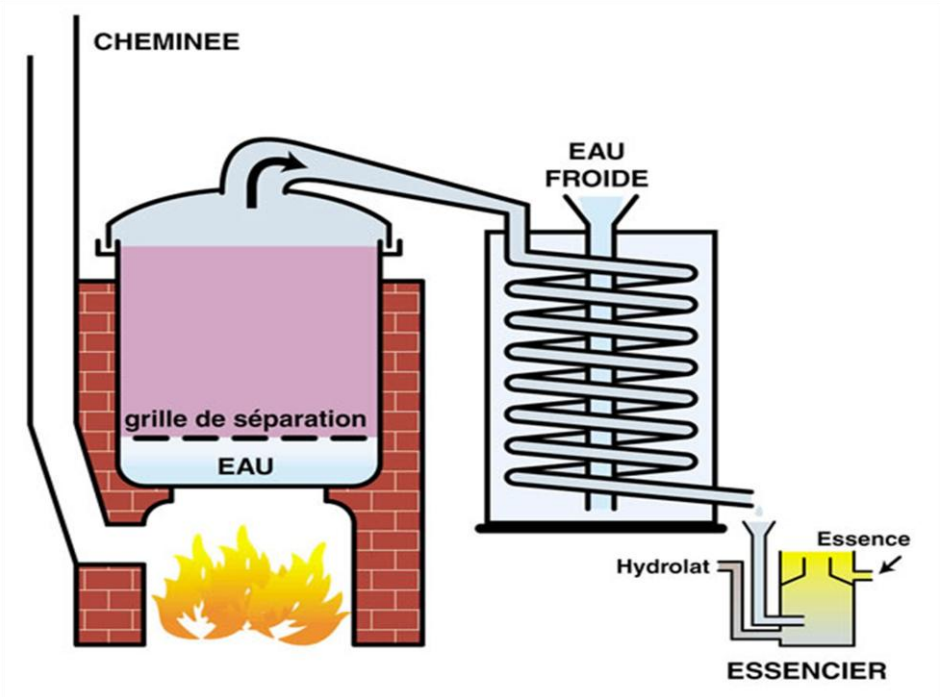

Figure 13. *Schéma illustrative de montage industriel de l'hydrodistillation* **[46]**

4.2. Entraînement à la vapeur d'eau (a basse pression): Voir *Figure 14.*

C'est la méthode utilisée depuis plus d'un millénaire qui est susceptible, si elle est bien conduite, de fournir des produits de qualité. **[28]**

Cette méthode importante de purification est très intensivement employée, dans le laboratoire et à grande échelle dans l'industrie chimique.

[8]

La majorité des huiles essentielles est obtenue par distillation à la vapeur d'eau, sans détartrant chimique et sous basse pression. **[35]**

Elle est basée sur le fait que beaucoup de substances, qui ont les points d'ébullition considérablement au-dessus de celui de l'eau, sont volatilisées par la vapeur injectée jusqu'à un degré proportionnel à leur pression de vapeur à cette température, et puis le mélange (substances, vapeur d'eau compagnon) est condensées dans un réfrégirant. **[8]**

La plante est placée dans un ballon, au dessus d'un chauffe ballon, sans être en contact avec l'eau. On admet que la vapeur pénètre les tissus de la plante et vaporise toutes les substances volatiles. Ces dernières, n'ayant qu'une solubilité partielle dans l'eau, vont pouvoir être séparées par décantation du distillat refroidi. **[2] [29] [30] [35]**

Des composés volatils non-miscibles avec l'eau peuvent être épurés par codistillation avec l'eau, un processus également connu sous le nom de distillation par la vapeur. La combinaison de deux liquides non-miscibles a toujours comme conséquence un point d'ébullition inférieur pour le mélange que pour les liquides séparés. La distillation par la vapeur est employée dans la purification des composés avec les points ébullition très élevées et dans l'isolement des composés volatils des plantes. **[12]**

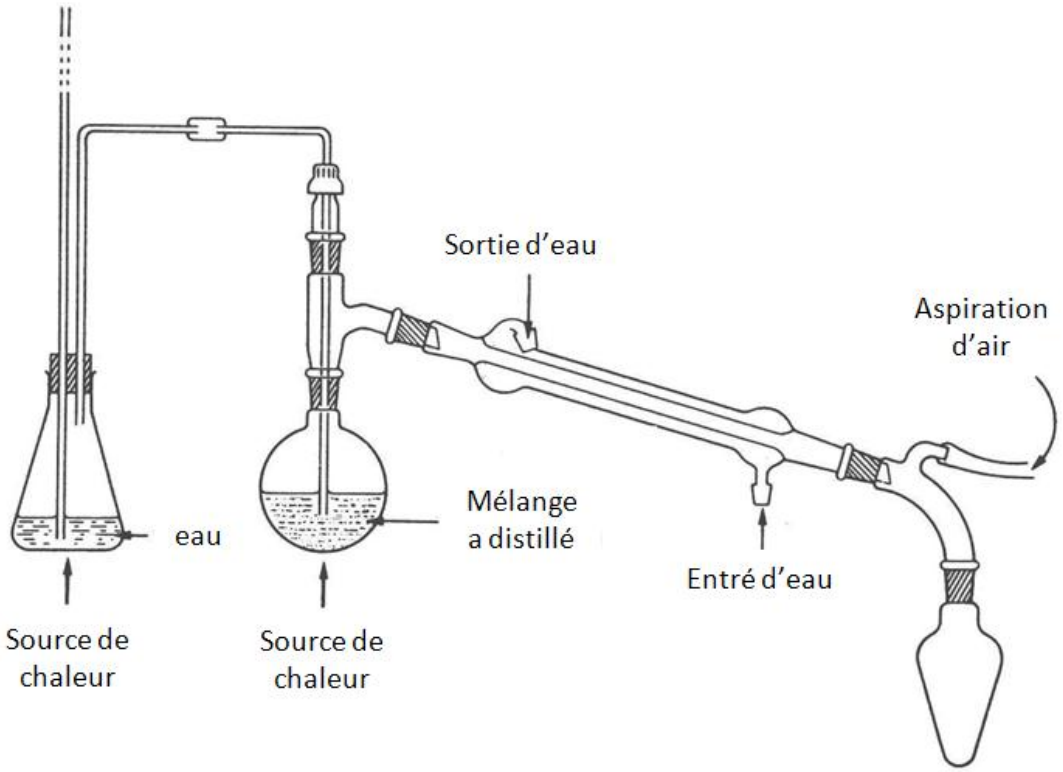

Figure 14. *Schéma illustrative de montage de distillation par l'entrainement à la vapeur au laboratoire* **[23]**

5. Dans quel cas on peut utiliser la distillation par la vapeur ? :

Si le produit exigé dans un mélange est volatil et les impuretés ne le sont pas, la distillation par la vapeur peut être employée. **[29]**

6. Autres types de distillation :

6.1. Distillation à haute pression et haute température

Ce mode de distillation utilisé industriellement pour la parfumerie permet une extraction plus complète des produits volatils en un temps plus court et avec moins de vapeur.

L'eau condensée ruisselant des plantes contient des matières végétales qui subissent une décomposition. Ces produits altèrent les huiles essentielles au détriment de leur qualité. Les portions les plus volatiles des huiles sont elles-mêmes décomposés par la haute température. La haute pression elle-même provoque une résinification de la formation de composées insolubles indésirables. Des huiles essentielles ainsi obtenues ne sont donc pas recommandables. **[28]**

6.2. Distillation à la vapeur d'eau avec entrainement par huiles essentielles

Certaines plantes fournissent par entraînement à la vapeur des pourcentages infimes d'huile essentielle. C'est le cas, entre autres, du tilleul, du sureau, de la mélisse, du mimosa, du mélilot, des fleurs d'acacia, du lentisque pistachier.

Le seul procédé compatible avec un usage médical est d'entraîner ces huiles essentielles par distillation à la vapeur avec une ou plusieurs autres

huiles essentielles. Ces dernières ne peuvent être choisies au hasard. Il faut que l'on retrouve des propriétés voisines, même atténuées, ou bien des propriétés complémentaires, les composants du mélange agissant en synergie. Le produit obtenu aura alors des propriétés comparables à celles de l'huile essentielle pure. **[28]**

7. Autres types d'obtention des huiles essentielles (extractions) :

7.1. Entraînement avec des solvants

Ce mode d'obtention qui conduit aux concrets et absolus est à proscrire pour les huiles essentielles à destination thérapeutiques. Cette technique est actuellement appliquée dans le monde entier, soit pour obtenir des produits que l'on ne peut extraire par un autre procédé, soit en vue de rendements bien supérieurs.

Les solvants organiques utilisés sont très dangereux, aussi bien pour l'ouvrier qui les manipule, que pour celui qui absorbe les produits ainsi obtenus. (Propane à l'hexane, Benzène, toluène, Méthanol, Alcool éthylique, Acétone…etc.). **[28]**

7.2. Extraction par expression

Ce procédé est le plus simple de tous, mais il ne peut convenir que pour des écorces fraîches, très riches en essence. Telles sont les écorces des hespéridés: cédrat, bergamote, limette, citron, orange.

L'expression se fait au moyen de presses hydrauliques, mais on utilise des procédés plus primitifs comme à l'éponge ou à l'écuelle, qui donnent un produit de qualité bien supérieure. **[28]**

7.3. Extraction par enfleurage

Ce procédé utilisé à Grasse, en particulier pour le jasmin, la tubéreuse, avant le développement de l'extraction par solvants est maintenant abandonné. Il consistait, dés la récolte de fleurs fraîches, à les intercaler entre des couches de graisse animale qui retenait le parfum. **[28]**

7.4. Extraction par CO_2 liquide

Cette méthode utilisée d'abord en brasserie pour obtenir des extraits de houblon, semblait à priori intéressante d'une part pour augmenter le rendement dans le cas de plantes peu riches en huiles essentielles, d'autre part le CO_2 s'évaporant complètement ne laissait aucune trace toxique dans l'huile essentielle. **[28]**

8. Valeur indispensable à la distillation :

La valeur indispensable à la de distillation est le rendement, ou bien le rendement de la distillation.

Le rendement exprimé en pourcentage (%). Il est calculé par la relation **(1)** suivante :

$$\boldsymbol{Rendement\ (R) = \frac{Masse\ de\ l'huile\ essentielle\ pure}{Masse\ de\ basilic\ frais\ (ou\ sec)\ utilisée} \times 100} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

9. Conclusion :

La méthode d'obtention des huiles essentielles reste une étape très importante qui peut agir directement sur la qualité et la quantité des huiles essentielles. Le succès de cette étape est interprété par le calcule des rendements.

Afin de connaitre la vraie qualité d'une huile essentielle, et connaitre sa composition chimique, une analyse chromatographique s'avère nécessaire.

Chapitre IV

Analyses de l'huile essentielle

1. Introduction :

Après l'obtention des huiles essentielles, une étude chromatographique et spectrale est demandée afin de connaitre leurs compositions chimiques. Cela peut être fait par plusieurs techniques et appareils. Mais d'après la littérature, **la chromatographie en phase gazeuse (CPG)** reste la technique la plus fiable afin d'identifier les composés volatiles.

La chromatographie en phase gazeuse est réalisée grâce à un appareillage compliqué appelée ; chromatographe qui permet d'identifier les molécules volatiles présentes dans une huile essentielle.

Le graphique fourni par le chromatographe comporte une série de pics. Chaque pic représente une molécule bien spécifique qui est identifiée par plusieurs techniques. ***Figure 16.*** **[35]**

Cette chromatographie (CPG ou GC en anglais), qui est la plus performante au point de vue de la séparation, est réservée aux produits volatils et thermostables. (Masse moléculaire < 500 Daltons). **[32]**

2. Historique de la chromatographie :

En 1906 un chimiste russe, Tswett, a séparé des pigments végétaux colorés sur une colonne remplie de carbonate de calcium pulvérulent, les pigments étaient entraînés avec de l'éther de pétrole (mélange pentanes et d'hexanes). Il a observé sur la colonne la formation de bandes de couleur différente (vert, orange, jaune..). Il a donné à cette technique le nom de chromatographie (écriture des couleurs). Il a défini également les termes : chromatogramme, élution, rétention.

Cette technique fut quasi-abandonnée jusqu'en 1930, où Edgar Lederer a purifié par la méthode de Tswett la lutéine du jaune d'œuf.

Vers 1940, Martin et Synge développent la pratique et la théorie de la chromatographie, ils obtiennent le prix Nobel en 1952.

En 1952, mise au point de la Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG).

En 1968, mise au point de la Chromatographie Liquide à Haute Performance CLHP ou HPLC en anglais.

En 1979, première séparation chirale par HPLC. **[32]**

3. Principe de la CPG :

La CPG est un processus de séparation qui est réalisé par la distribution des substances pour être séparées entre deux phases, une phase stationnaire et une phase mobile. Ces solutés, distribués préférentiellement dans la phase mobile, se déplaceront plus rapidement par le système que ceux distribués préférentiellement dans la phase stationnaire. Ainsi, les solutés s'élueront par ordre de leurs coefficients de distribution croissants en ce qui concerne la phase stationnaire. **[3]**

Avant que la CPG ne soit devenu populaire vers la fin des années 50, la seule manière de séparer les matériaux volatils était par la distillation, qui sépare des matériaux basés sur des différences dans la pression de vapeur ou le point d'ébullition. La CPG est semblable à cet égard, mais ses séparations dépendent également de la nature de la phase stationnaire, qui lui donne beaucoup plus de polyvalence que la distillation.

Imaginer le plaisir et la surprise des distillateurs qui pourraient maintenant séparer des matériaux avec les points d'ébullition étroits, comme le benzène et le cyclohexane. Et elle était facile, rapide, et pas trop chère ; en outre, ils n'ont pas dû s'inquiéter des azéotropes. **[4]**

La chromatographie en phase gazeuse permet de séparer des mélanges gazeux complexes par une suite continue d'équilibres s'établissant entre une phase mobile gazeuse et une phase stationnaire appropriée. **[10]**

La chromatographie en phase gazeuse a commencé exactement comme technique qualitative, plus précisément placée sur séparer et probablement identifier des composants dans un mélange plus que déterminer la quantité de chaque composant.

Au début, l'identification a été basée sur le temps de rétention du chaque pic cible, comparée avec temps de rétention d'un composé authentique. C'était assez simple et les états d'analyse étaient gardées constantes.

Kovats a développé un système d'indices de rétention basé sur les rétentions relatives d'une gamme étendue des composés organiques à d'autres composés clés qu'il a assignées comme marqueurs.

La mesure relative de rétention est basée sur comparer le temps corrigée de rétention de la pic d'intérêt au temps corrigée de rétention d'une référence ajoutée. **[1]**

La séparation est suivie d'une détection et éventuellement d'une identification, destinée à faciliter l'analyse qualitative.

Les détecteurs placés en sortie du chromatographe décèlent la présence des composés au fur et à mesure de leur arrivée. Les variations enregistrées sont transformées par le détecteur en signaux électriques qui sont amplifiés et transcrits sous forme graphique par l'enregistreur. Il existe divers types de détecteurs pouvant être couplés à la chromatographie en phase gazeuse. Le choix entre les différents détecteurs est fait en fonction de leur sensibilité et de leur spécificité. **[10]**

3.1. Analyses quantitatives :

Pas très longtemps après l'invention des chromatographes en phase gazeuse commerciaux, les manipulateurs des chromatographes, ou d'autres qui ont relation, ont voulu savoir non seulement combien de composants, mais combien de composant peuvent êtres présent dans des mélanges témoins.

Les études de calibrage de détecteur et l'invention du détecteur d'ionisation à flamme provoquent des grandes améliorations. Tout ça avec des systèmes plus rapides et plus précis de traitement des données, ont réparé une grande partie des problèmes primitifs. Mais quelques problèmes existent encore en chromatographie en phase gazeuse quantitative. **[1]**

3.2. Méthodes d'analyse qualitative :

3.2.1. Méthode par exaltation des pics :

La chromatographie en phase gazeuse peut permettre l'identification d'un produit dans un mélange complexe. A cette fin on utilise le temps de rétention (**tr**).

Dans un mélange complexe on injecte un produit pur, cela permet de déterminer le temps de rétention de ce produit en comparant le chromatogramme obtenu avec celui du mélange seul.

Cette méthode est utilisée en répression des fraudes (produits alimentaires...), on contrôle la présence du produit par une autre injection sur une autre colonne avec une phase stationnaire différente.

3.2.2. Méthode des indices de rétention :

Les indices de rétention ont été définis par Kovats en 1958. A chaque produit (i) est associé un indice de rétention I(i), cet indice déduit des

formules **(3)** et **(4)** est basé sur un système d'étalonnage par des hydrocarbures linéaires.

Le temps nécessaire pour qu'un soluté A parcoure toute la colonne, s'appelle *le temps de rétention*, t_R ; la vitesse linéaire moyenne du gaz porteur étant $\bar{u}_m$, avec un débit D_S à la sortie de la colonne, il lui correspond un *volume de rétention* V_R

Tel que $V_R = D_S\, t_R$.

[5]

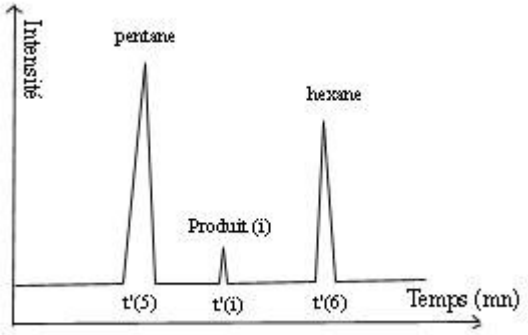

Figure 15. *Exemple de chromatogramme* **[32]**

Les indices I(i) se calculent de deux manières différentes suivant le fonctionnement en température du chromatographe.

En mode isotherme, on injecte sur la colonne à une température et à une pression d'entrée données, les alcanes linéaires de formule C_nH_{2n+2} avec $n \geq 5$. On repère les temps de rétention réduits de ces alcanes **t'_r (n)** et **t'_r (n+1)** et celui du produit considéré **t'_r (i)**

Si un soluté est élué entre les deux alcanes (n) et (n+1), son indice de rétention I_i est donné par la formule suivante (Équation de KOVATS) :

$$\mathbf{I_i = 100.\left(\frac{\log t'_r\,(i) - \log t'_r\,(n)}{\log t'_r\,(n+1) - \log t'_r\,(n)}\right) + 100.n} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Dans la formule **(3)**, on peut employer indifféremment des logarithmes népériens ou des logarithmes décimaux.

En mode programmation de température la formule est différente et utilise des temps de rétention "normaux" $\mathbf{t_r(i)}$
(Équation de Van Den Dool)

$$\mathbf{I_i = 100.\left(\frac{t_r(i) - t_r(n)}{t_r(n+1) - t_r(n)}\right) + 100.n} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Il résulte des formules. **(3)** et **(4)** que les alcanes linéaires on des indices multiples de 100, I (pentane) = 500, I (hexane) =600...etc.

Ces indices de rétention se sont avérés remarquablement reproductibles

- pour une phase stationnaire donnée, quelque soit le pourcentage d'imprégnation pour les colonnes remplies ou l'épaisseur du film pour les colonnes capillaires.
- ils sont relativement indépendants de la température.

Cette bonne reproductibilité a été évaluée à ± 0,5%, ceci permet de comparer et d'utiliser des résultats venant de laboratoires différents. Ils existent donc des tables répertoriant les indices de rétention de nombreux produits chimiques.

"La bonne pratique du laboratoire de chromatographie" dit qu'un produit inconnu peut être identifié si l'on obtient une bonne coïncidence pour deux phases stationnaires différentes entre les indices de rétention de la littérature et les indices expérimentaux du produit. **[32]**

4. Conclusion :

La chromatographie reste toujours la meilleure technique d'analyse qui permet de définir plusieurs caractéristiques des matières par la connaissance de ces composés chimique.

La CPG est une technique d'analyse précise et fiable.

Chapitre V

Analyses, résultats et discussion

1. Introduction :

Cette partie contient tous qu'on a pratiqués, et aux plusieurs niveaux, c'est a partir de la culture des sous espèces de basilic, l'obtention des huiles essentielles et ces calculs qui ont une relation avec eux jusqu'aux analyses chromatographiques par la CPG et ces résultats.

2. Partie expérimentale pour la culture de basilic :

On a semé les graines de cinq sous espèces d'*Ocimum basilicum L.* (le basilic nain compact, le basilic grand vert, le basilic citron, le basilic purple opal et le basilic cannele) dans trois régions différentes du sud de l'Algérie (Ouargla, Biskra et Ghardaïa), donc dans trois conditions climatiques différentes, la période d'ensemencement et d'irrigation sont aussi différents.

Les plantes sont en contact direct avec les différents climats dans des zones aérées et ensoleillé.

Après une période de trois mois, on a collecté nos plantes.

2.1. Conditions de culture et de récolte de basilic :

2.1.1. Dans la région d'Ouargla :

On a semé exactement à la région de Hassi Ben Abd Allah (zone agriculturale).

L'ensemencement a été fait directement au sol de la région en mois d'octobre 2006, et autrement au printemps 2007 (début de mars 2007). L'irrigation a été traditionnel par écoulement de surface (par immersion) une fois chaque deux jours par l'utilisation d'eau locale de la région.

Les sous espèces qui sont réussis en germination, et passent jusqu'au stade de fleurisation sont le basilic grand vert et le basilic nain compact, les

autres sous espèces ne passent pas au stade de germination et pour des raisons non connues.

Au stade de transplantation on a transplanté les plantes au même sol après être passé par une étape de les piquer dans des pots remplies de tourbe pour deux semaines (sa était un conseil d'un ingénieur en agronomie expert), pour éviter chaque risque de perte des plantes, l'irrigation a été faite par l'arrosage. Après la transplantation l'irrigation a été faite en système de goute à goute une fois chaque deux jours.

En mois de novembre on a construit une serre tunelle en plastique aérée régulièrement pour assurer et obtenir la température idéale pour les plantes pendant l'hiver, le résultat et l'effet de la serre sont efficaces. La déconstruction de la serre tunelle a été faite à la fin du mois de mars.

La récolte a été faite pour les parties aériennes des plantes au début de mois de juin.

2.1.2. Dans la région de Biskra :

L'ensemencement a été fait au début de mois de mars au niveau des pots remplient de la tourbe qui a une grande teneure en carbone c'est un sol de meilleur qualité utilisée pour assurer un grand pourcentage de germination des graines.

L'irrigation a été faite régulièrement une fois chaque deux jour par l'arrosage (utilisation de l'arrosoir), l'eau utilisée a été de la région (considéré comme eau potable).

La sous espèce qui est réussi en germination, et passée jusqu'au stade de fleurisation est le basilic purple opal, les autres sous espèces ont dépassés le stade de germination, et pour des raisons non connues, ils n'ont pas réussi à poursuivre jusqu'aux stades avancés.

Au mois de juin, les pots sont transportées jusqu'au laboratoire, donc la récolte a été faite directement et surplace pour les parties aériennes.

2.1.3. Dans la région de Ghardaïa :

L'ensemencement a été fait à la région de Hassi El Fhal (wilaya de Ghardaïa) au début de mois de mars au niveau des pots remplies de sol de la région.

Comme à la région de Biskra, l'irrigation a été faite régulièrement une fois chaque deux jour par l'arrosage, l'eau utilisée a été de la région (considéré comme eau potable).

La sous espèce qui est réussi en germination, et passé jusqu'au stade de fleurisation est le basilic citron, les autres sous espèces ont dépassés le stade de germination et pour des raisons non connues, ils n'ont pas réussi à poursuivre jusqu'aux stades avancés.

Et au mois de juin, les pots sont transportées jusqu'au laboratoire, donc la récolte a été faite directement et surplace pour les parties aériennes.

2.2. Analyse des eaux utilisées en irrigation :

On a fait les analyses pour les eaux des trois régions de cultures au laboratoire des analyses d'eau de l'**EDEMIAO** d'Ouargla (Entreprise de distribution des eaux ménagères et industrielles d'Ouargla). Le but de ces analyses est de connaitre quelques informations sur les qualités des eaux utilisées pour l'irrigation, et seulement pour indiquer le maximum d'informations sur les conditions de notre travail.

Les analyses faites sont les analyses disponibles au laboratoire en période des analyses, ces résultats sont représentés dans ***Tableau 05***.

Tableau 05 : *Présentation des analyses des eaux utilisées pour l'irrigation pour chaque région (tous les éléments sont mesurés en mg/l)*

Source d'eau	**Ca^{+2}**	**Mg^{+2}**	**TAC**	**HCO_3^-**	**Cl^-**
Ouargla	440.88	221.17	70.37	85.85	1500.54
Ghardaïa	76.15	43.74	96.29	117.48	56.62
Biskra	272.54	116.66	240.74	293.70	877.67

L'eau de Ghardaïa prend la première place à cause de sa teneur diminués en ions de Ca^{2+}, Mg^{2+} et Cl^- par rapport à l'eau de Biskra qui a des valeurs moyennes pour les ions précédentes. Par contre l'eau d'Ouargla à des valeurs élevées pour les ions de Ca^{2+}, Mg^{2+} et Cl^-.

Les résultats montrent que l'eau de Ghardaïa a de meilleure qualité. Elle est une eau moyennement dure poursuivie par l'eau de Biskra qui a une qualité moyenne mais c'est une eau salée à cause de ca teneur en ions élevée et surtout en Cl^-, puis l'eau d'Ouargla venue en dernière place de qualité, c'est une eau très salée. Les eaux de Biskra et Ouargla sont très dures.

La valeur de TAC (Titre alcalimétrique complet) a été maximale pour l'eau de Biskra, poursuivie par la valeur pour l'eau de Ghardaïa et enfin l'eau de Ouargla. Et pour les valeurs de HCO_3^- (bicarbonates ou hydrogéno-bicarbonates), l'eau de Biskra a la valeur maximale en 240.74 mg/l, l'eau d'Ouargla aussi a une valeur élevée, par rapport a l'eau de Ghardaïa qui est la plus basse parmi les résultats, mais généralement le degré d'alcalinité pour toutes les eaux est non toléré.

3. Partie expérimentale pour l'obtention des huiles essentielles :

3.1. L'obtention des huiles essentielles et calcul de rendement :

L'obtention des huiles essentielles a été faite au laboratoire d'analyses physico-chimiques (l'hydraulique), Université de KASDI MERBAH (Ouargla), on utilisant la distillation par l'entraînement à la vapeur d'eau selon le montage proposée par notre encadreur. **(Voire protocole, *Figure 16.*)**

Les parties des plantes utilisées pour la distillation sont les parties aériennes (feuilles, tiges, fleures).

Chaque opération de distillation est déroulée pour deux heures, suivie d'une extraction par solvant organique, le Dichlorométhane (chlorure de méthylène) (CH_2Cl_2), suivie d'une décantation.

L'évaporisation du solvant organique du mélange (solvant organique + huile essentielle) est très importante pour avoir de l'huile essentielle pure et pour calculer le rendement de la distillation.

La vaporisation du solvant organique est un processus facile qui ne modifie pas les caractéristiques de l'huile essentielle. Ce processus se déroule généralement à la température ambiante (puisque les températures d'ébullition des solvants organiques est basse), le temps du processus dépend du solvant choisi, de la quantité du solvant organique utilisée pour la séparation.

Après l'évaporation, les huiles essentielles pures sont récupérées dans des petites ampoules en verre, recouvertes, bien fermées, et étiquetées.

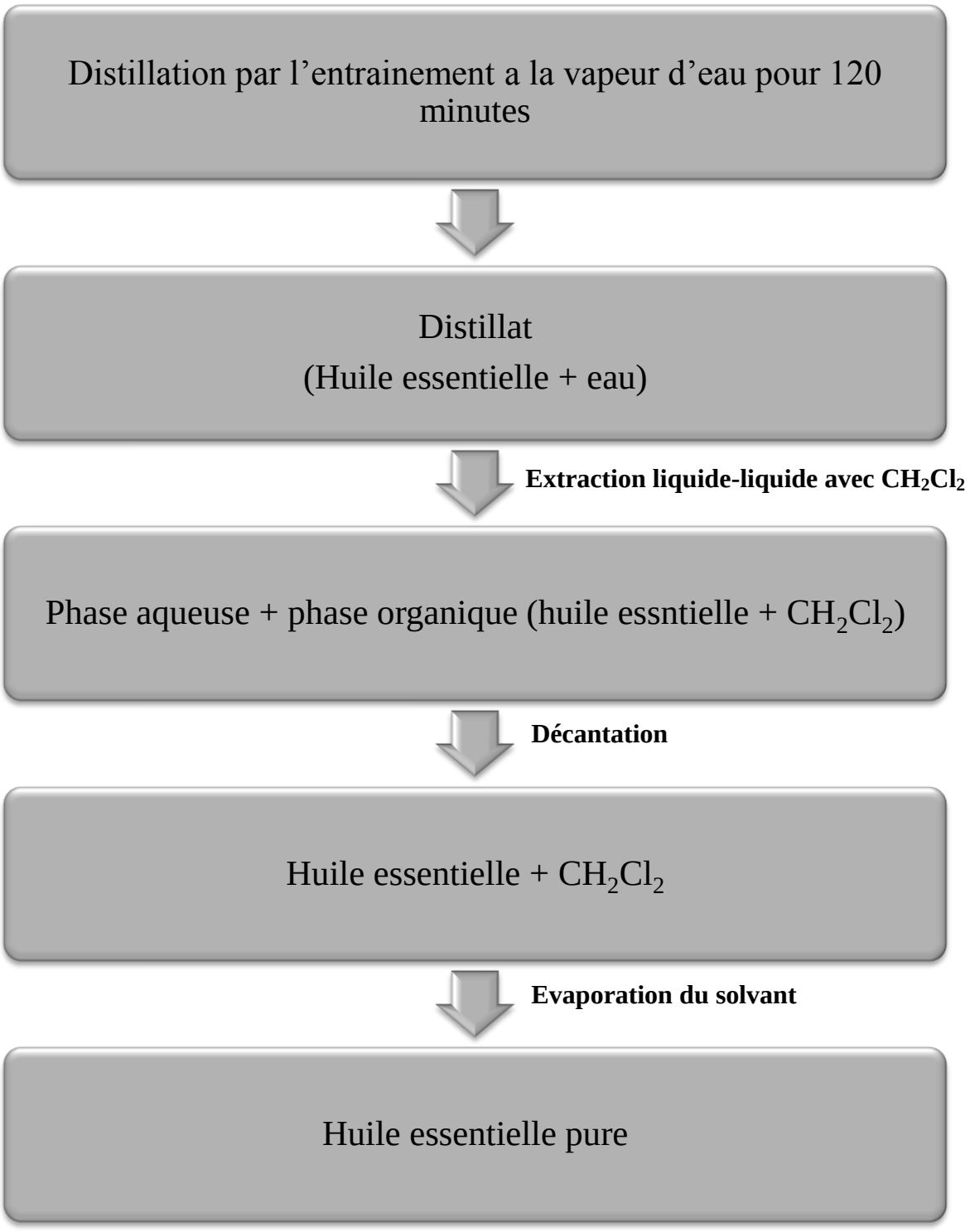
Distillation par l'entrainement a la vapeur d'eau pour 120 minutes
Distillat
(Huile essentielle + eau)
Extraction liquide-liquide avec CH_2Cl_2
Phase aqueuse + phase organique (huile essntielle + CH_2Cl_2)
Décantation
Huile essentielle + CH_2Cl_2
Evaporation du solvant
Huile essentielle pure

Figure 16. *Organigramme qui exprime le protocole expérimental suivi pour l'obtention de l'huile essentielle du basilic Ocimum Basilicum L.*

Les rendements sont calculés selon la relation **(2)** suivante :

$$\boldsymbol{Rendement\ (R) = \frac{Masse\ de\ l'huile\ essentielle\ pure}{Masse\ de\ basilic\ frais\ utilisée} \times 100} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Les rendements sont comme suit pour chaque région :

3.1.1. Les rendements pour la région d'Ouargla :

Le rendement pour la sous espèce basilic géant ou grand vert est de 0.15% et pour la sous espèce basilic nain compact ou fin vert est de 0.1%.

3.1.2. Le rendement pour la région de Biskra :

Le rendement pour la sous espèce basilic purple opal est de 0.33%.

3.1.3. Le rendement pour la région de Ghardaïa :

Le rendement pour la sous espèce basilic citron est de 0.48%.

3.2. Discussion :

La comparaison des rendements de notre travail avec ceux des d'autres travaux et de la littérature (similaires en méthode d'obtention des huiles essentielles) montre que nos rendements sont satisfaisants.

Le rendement de l'huile essentielle obtenue a partir de la sous espèce basilic citron cultivé dans la région de Ghardaïa est le meilleur ; 0.48%.

4. Partie expérimentale pour les analyses par la CPG :

4.1. Les analyses chimiques et la détection des composés chimiques totaux et des chemotypes :

Les analyses chromatographique qui détectent les composés chimiques de nos huiles essentielles ont été faites par un appareil de chromatographie en phase gazeuse (CPG) type **SHIMADZU GC17A** au **CNRS** (centre nationale de la recherche scientifique) à Lyon (France).

Les analyses sont faites selon les conditions opératoires indiquées dans le ***Tableau 06***.

Les résultats des analyses chromatographiques sont illustrés en chromatogrammes, puis on a calculés les Indices de rétention d'après les temps de rétention des huiles essentielles et des alcanes injectées (une série d'alcanes de C8 à C30 a été injectée dans les mêmes conditions des quatre analyses) dans l'appareil de chromatographie selon la relation **(5)** suivante : (Équation de Van Den Dool)

$$\mathbf{I_i = 100.\left(\frac{t_r(i) - t_r(n)}{t_r(n+1) - t_r(n)}\right) + 100.n} \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

D'où ;

I_i : Indice de rétention de soluté **i** étudié

t_r (i) : Temps de rétention de soluté **i** étudié

t_r (n) : Temps de rétention de l'alcane a **n** atomes de carbones qui précède le soluté **i**

t_r (n + 1) : Temps de rétention de l'alcane a **n + 1** atomes de carbones qui suite le soluté **i**

i : Soluté étudié

n : Nombre des atomes de carbone de l'alcane qui précède le soluté **i**

Tableau 06 : *Les conditions opératoires des analyses chromatographiques (CPG)*

Nom de chromatographe	SHIMADZU GC17 A.
Détecteur	FID (détecteur d'ionisation de flamme)
Colonne	50 m de longueur 200 µm
Phase stationnaire	Apolaire HP-1 0.33 µm pour l'épaisseur du film
Gaz vecteur	Hélium (He) Débit de 1.3ml/min.
Programmation de température	60 °C (2 min) rampe à 4 °C/min; température finale 300 °C (10 min)
Volume injecté	(1 µl)
Mode d'injection	En split à 1/100
Température de l'injecteur	250 °C

Les indices de rétention nous permettent d'identifier presque toutes les molécules présentent dans nos huiles essentielles par simple comparaison entre les indices de rétention de littérature (Van Den Dool index). L'identification n'est pas définitive, pour cela nous avons besoin d'une technique plus performante, la GCMS.

4.2. Présentation des résultats de CPG des huiles essentielles :

4.2.1. Analyse de l'huile essentielle d'Ouargla :

La ***Figure 17.*** représente le chromatogramme de l'huile essentielle des feuilles et sommités fleuries de la sous espèce basilic géant ou grand vert.

Les composés qui ont pu être identifiés, et leurs paramètres de rétention ainsi que leurs pourcentages pris directement des aires des pics du chromatogramme, sont présentés dans le ***Tableau 07.***

56 composés ont été détectés et identifiés.

Les taux des 3 composés majoritaires sont : 34,92% d'Eugenol, 29,55% de Linalool et 13,25% de Cineole (eucalyptol).

Le ***Tableau 08***. résume les indices de rétention des composés majoritaires détectés de cette analyse.

D'où la ***Figure 18.*** représente le chromatogramme de l'huile essentielle des feuilles et sommités fleuries de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert.

Les composés qui ont pu être identifiés, et leurs paramètres de rétention ainsi que leurs pourcentages sont présentés dans le ***Tableau 09.***

74 composés ont été détectés et identifiés.

Les taux des composés majoritaires sont : 33,84% de Linalool, 17,37% d'Eugenol et 4,82% de T-cadinol.

Le ***Tableau 10.*** résume les indices de rétention des composés majoritaires détectés de cette analyse.

4.2.2 Analyse de l'huile essentielle de Biskra :

La ***Figure 19.*** représente le chromatogramme de l'huile essentielle des feuilles et sommités fleuries de la sous espèce basilic purple opal.

Comme dans les premières analyses les composés qui ont pu être identifiés, leurs indices de rétention de rétention des étalons et leurs pourcentages, sont présentés dans le ***Tableau 11.***

Nous avons identifiés 32 composés.

Les taux des 3 composés majoritaires sont : 22,73% de Methyl eugenol, 14,41% de Linalool et 12,92% de Cineol (eucalyptol)

Le ***Tableau 12.*** résume les indices de rétention des composés majoritaires détectés de cette analyse.

4.2.3. Analyse de l'huile essentielle de Ghardaïa :

La ***Figure 20.*** représente le chromatogramme de l'huile essentielle des feuilles et sommités fleuries de la sous espèce basilic citron.

Le ***Tableau 13.*** résume les indices de rétention des composés détectés et identifiés de cette analyse.

Nous avons identifiés 23 composés.

Les taux des 3 composés majoritaires sont : 20,18% de Methyl-cinnamate, 16,65% de Linalool et 10,74% de Methyl chavicol.

Les autres composés majoritaires sont représntés dans le ***Tableau 14.***

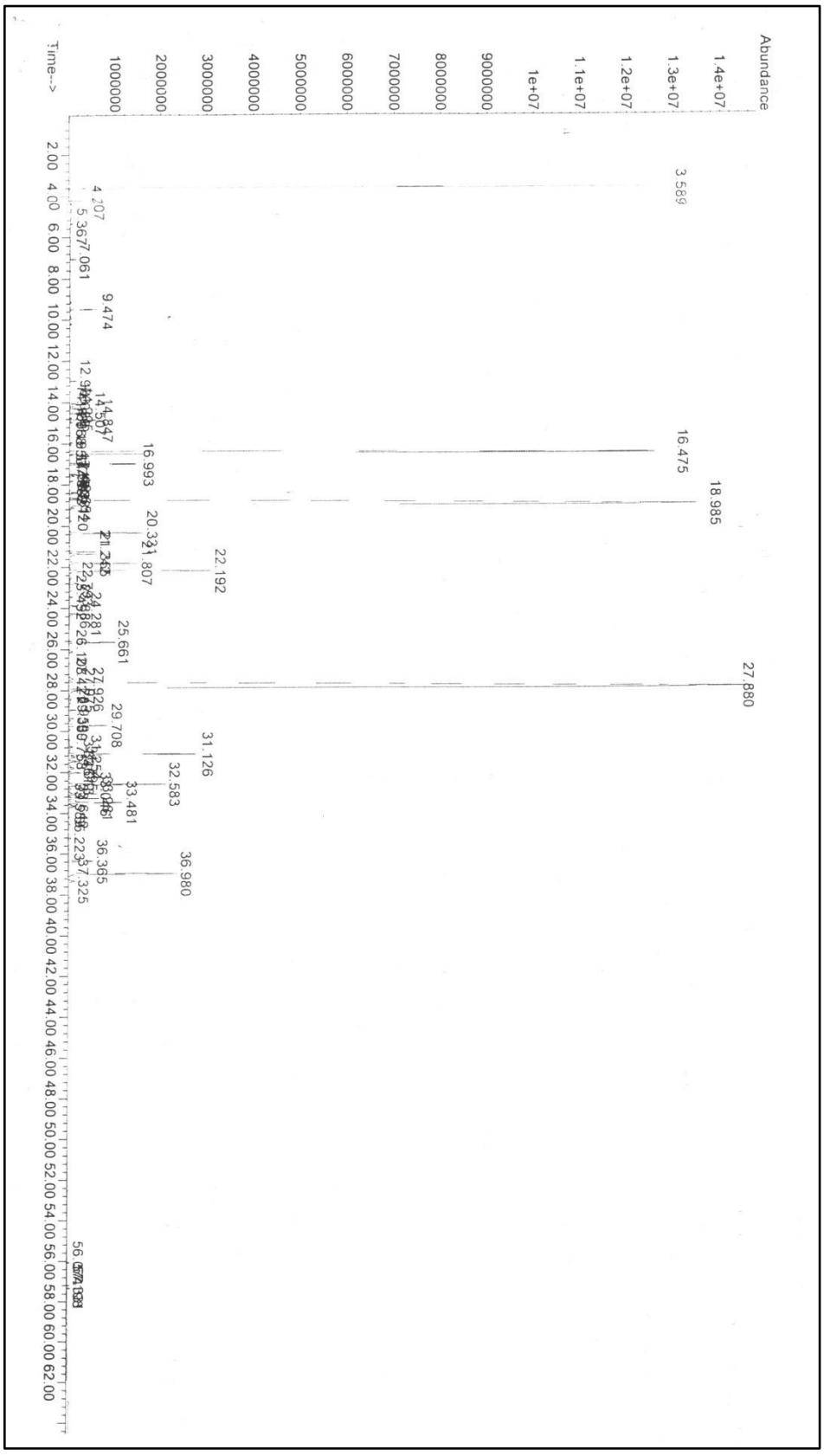

Figure 17. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic géant ou grand vert cultivée dans la région d'Ouargla.*

Tableau 07 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic géant ou grand vert cultivée dans la région d'Ouargla.*

Nom de molécule (soluté)	**%**	**№ du pic**	**t_r**	**I_r**
Cis-3-hexene-1-ol	0,28	5	9,474	836
Tricyclene	0,08	6	12,964	935
1-octen-3-ol	0,09	7	14,058	963
Octanone-3	0,04	8	14,186	966
Sabinene	0,1	9	14,295	969
β-pinene	0,25	10	14,508	975
myrcene	0,33	11	14,846	984
Cis-3-hexenyle-acetate	0,03	12	14,969	987
Cis-4-carene	0,04	13	15,952	1012
Cineole (eucalyptol)	13,25	14	16,476	1026
Ocimene-cis-β	0,04	15	16,544	1028
Cis-4-carene	0,79	16	16,994	1039
Tricyclene	0,07	17	17,488	1052
Octanol-1	0,07	18	17,582	1054
Oxyde de linalool (trans)	0,05	19	17,833	1061
Oxyde de linalool (trans)	0,11	20	18,381	1075
Terpinolene	0,09	21	18,654	1082
Linalool	29,55	22	18,984	1091
Acetate octene-1-yle-3	0,06	23	19,119	1094
Camphor	0,9	24	20,33	1126
α-terpineol	0,34	25	21,241	1151
Borneol	0,37	26	21,353	1154
Terpinen-4-ol	0,88	27	21,807	1166
α-terpineol	1,96	28	22,193	1176
Octyle-acetate	0,14	29	22,793	1193
Nerol	0,04	30	23,453	1211
Phenol-4,propenyle-2	0,1	31	23,887	1223
Geraniol	0,22	32	24,281	1234
Bornyl acetate	0,57	33	25,66	1273
3-cyano-5-hydroxy-2,5-dimethyl-4-oxy-4H,5H-pyrrole	0,06	34	26,107	1286
Exo-2-hydroxycineole acetate	0,12	35	27,422	1325
Eugenol	34,92	36	27,88	1338
Cis isoeugenol	0,21	37	27,925	1340
Cis isoeugenol	0,26	38	27,973	1341
Methyl eugenol	0,08	39	28,952	1370
α-copaene	0,06	40	29,36	1383
β-elemene	0,57	41	29,709	1393
Trans-caryophyllene (β)	0,05	42	30,759	1426

Bergamotene α	1,71	43	31,126	1438
α guaiene	0,27	44	31,253	1442
γ cadinene	0,16	45	31,46	1448
α-humulen	0,18	46	31,793	1459
Cis-muurola-4(14),5-diene	0,15	47	32,014	1466
D-germacrene	1,39	48	32,584	1484
Bicycloelemene	0,42	49	33,045	1499
1(10),7(11)-guaiadiene	0,4	50	33,281	1507
γ cadinene	0,71	51	33,48	1513
Calamenene	0,04	52	33,581	1517
β sesquiphellandrene	0,14	53	33,641	1519
α eudesmol	0,04	54	35,223	1572
Epi-cubenol	0,36	55	36,367	1611
T-cadinol	1,56	56	36,981	1633
α cadinol	0,12	57	37,326	1645
Trans-anethole	0,03	58	56,073	2445
2-(acetoxymethyl)-3-(methoxycarbonyl)biphenylene	0,03	59	57,198	2503
Ethyl-hexyl-phtalate	0,04	60	57,333	2510

Tableau 08 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic géant ou grand vert cultivée dans la région d'Ouargla.*

Nom de molécule (soluté)	**%**	**№ du pic**	**tr**	**Ir**
Eugenol	34,92	36	27,88	1338
Linalool	29,55	22	18,984	1091
Cineole (eucalyptol)	13,25	14	16,476	1026

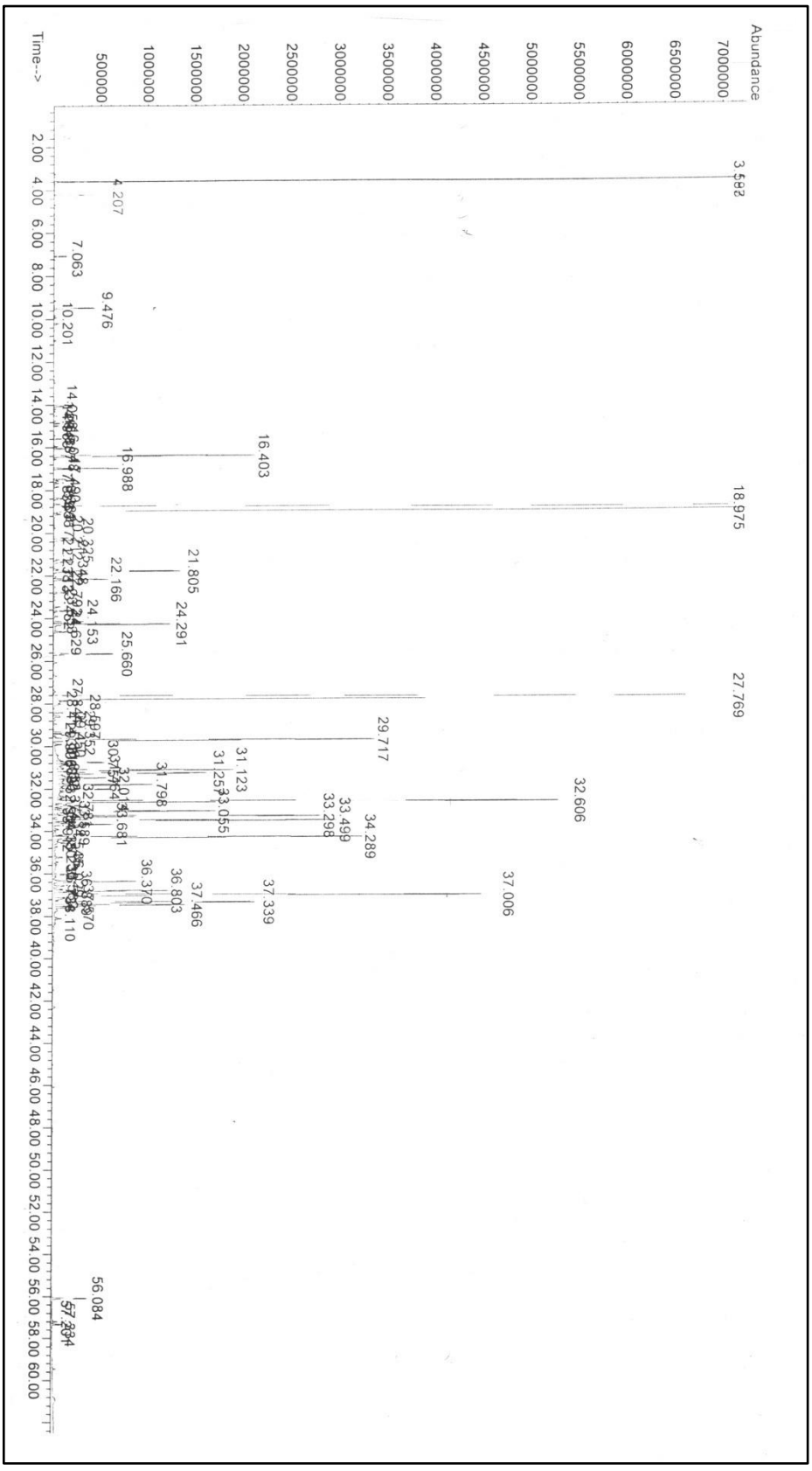

Figure 18. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert cultivée dans la région d'Ouargla.*

Tableau 09 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert cultivée dans la région d'Ouargla.*

Nom de molécule (soluté)	**%**	**№ du pic**	**tr**	**Ir**
Cis-3-hexene-1-ol	0,26	5	9,477	837
Para xylene	0,05	6	10,201	858
1-octen-3-ol(cas)	0,1	7	14,058	963
Myrcene	0,04	8	14,845	984
Cis-3-hexenyle-acetate	0,04	9	14,969	987
Cyclotetrasiloxane, octamethyl-(cas)	0,05	10	15,588	1003
Para-cymene	0,08	11	16,049	1015
Cineole (eucalyptol)	1,49	12	16,405	1024
Cis-4-carene	0,44	13	16,99	1039
Tricyclene	0,08	14	17,492	1052
Oxyde de linalool (cis)	0,04	15	17,833	1061
Oxyde de linalool (cis)	0,09	16	18,384	1075
Terpinolene	0,05	17	18,654	1082
Linalool	33,84	18	18,976	1090
Acetate octene-1-yle-3	0,05	19	19,119	1094
(z)-epoxy ocimene	0,11	20	20,213	1123
Camphor	0,2	21	20,326	1126
δ terpineol	0,04	22	21,237	1151
Borneol	0,17	23	21,349	1154
Terpendiol	0,04	24	21,713	1164
Terpinen-4-ol	1,01	25	21,807	1166
α-terpineol	0,41	26	22,166	1176
Octyl-acetate	0,11	27	22,792	1193
Trans-geraniol	0,05	28	23,452	1211
Neral	0,07	29	23,655	1217
Piperitone	0,23	30	24,153	1231
Geraniol	0,88	31	24,292	1235
Geranial	0,1	32	24,629	1244
Bronyl acetate	0,49	33	25,66	1273
Eugenol	17,37	34	27,771	1335
Cis isoeugenol	0,06	35	27,846	1337
α-copaene	0,08	36	28,415	1354
Geranyl-propinoate	0,25	37	28,595	1360
α-copaene	0,21	38	29,353	1382
(-)-.β.-elemene	0,14	39	29,45	1385
β-elemene	2,84	40	29,716	1393
α-cubebene	0,06	41	29,907	1399

Patchoulene	0,06	42	30,683	1424
α-caryophylene	0,41	43	30,758	1426
Aromadendrene	0,14	44	30,852	1429
Patchoulene	0,11	45	31,021	1434
Bergamotene α	1,44	46	31,122	1438
α guaiene	1,41	47	31,257	1442
D-Germacrene	0,52	48	31,463	1448
α-humulen	0,79	49	31,797	1459
β copaene	0,47	50	32,014	1466
α-copaene	0,12	51	32,374	1477
D-Germacrene	4,79	52	32,606	1485
β selinene (ex celeri)	0,25	53	32,783	1490
Trans α bisabolene	0,06	54	32,903	1494
Bicyclogermacrene	1,55	55	33,056	1499
1(10),7(11)-guaiadiene	2,13	56	33,3	1507
γ cadinene	2,29	57	33,499	1514
Calamenene	0,17	58	33,589	1517
δ amorphene	0,54	59	33,682	1520
Epi-cubebol	0,06	60	33,911	1528
α cadinene	0,09	61	34,181	1537
α elemol	2,73	62	34,289	1540
Trans-nerolidol	0,14	63	34,544	1549
Aromadendrene	0,07	64	35,23	1572
2-naphthalenemethanol,1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-.α.,.α.,4a,8-tetramethyl-,(2.α.,4a.β.,8a.β.)-(+-)-	0,15	65	36,029	1599
Epi-cubinol	0,77	66	36,37	1611
10-epi γ eudesmol	0,11	67	36,561	1618
Valencene	0,08	68	36,722	1623
γ-eudesmol	0,98	69	36,805	1626
Valerianol (valeriane)	0,18	70	36,887	1629
T-cadinol	4,82	71	37,007	1633
Valerianol	2,25	72	37,341	1645
.α.-eudesmol	1,18	73	37,465	1650
Selina-3,7(11)-diene	0,25	74	37,57	1653
Italicene	0,06	75	38,109	1672
4-allyl anisole	0,29	76	56,084	2445
(-)-Isoroemerialinone	0,04	77	57,201	2503
Ethyl-hexyl-phtalate	0,08	78	57,332	2510

Tableau 10 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic nain compact ou fin vert cultivée dans la région d'Ouargla.*

Nom de molécule (soluté)	**%**	**№ du pic**	**tr**	**Ir**
Linalool	33,84	18	18,976	1090
Eugenol	17,37	34	27,771	1335
T-cadinol	4,82	71	37,007	1633
D-germacrene	4,79	52	32,606	1485

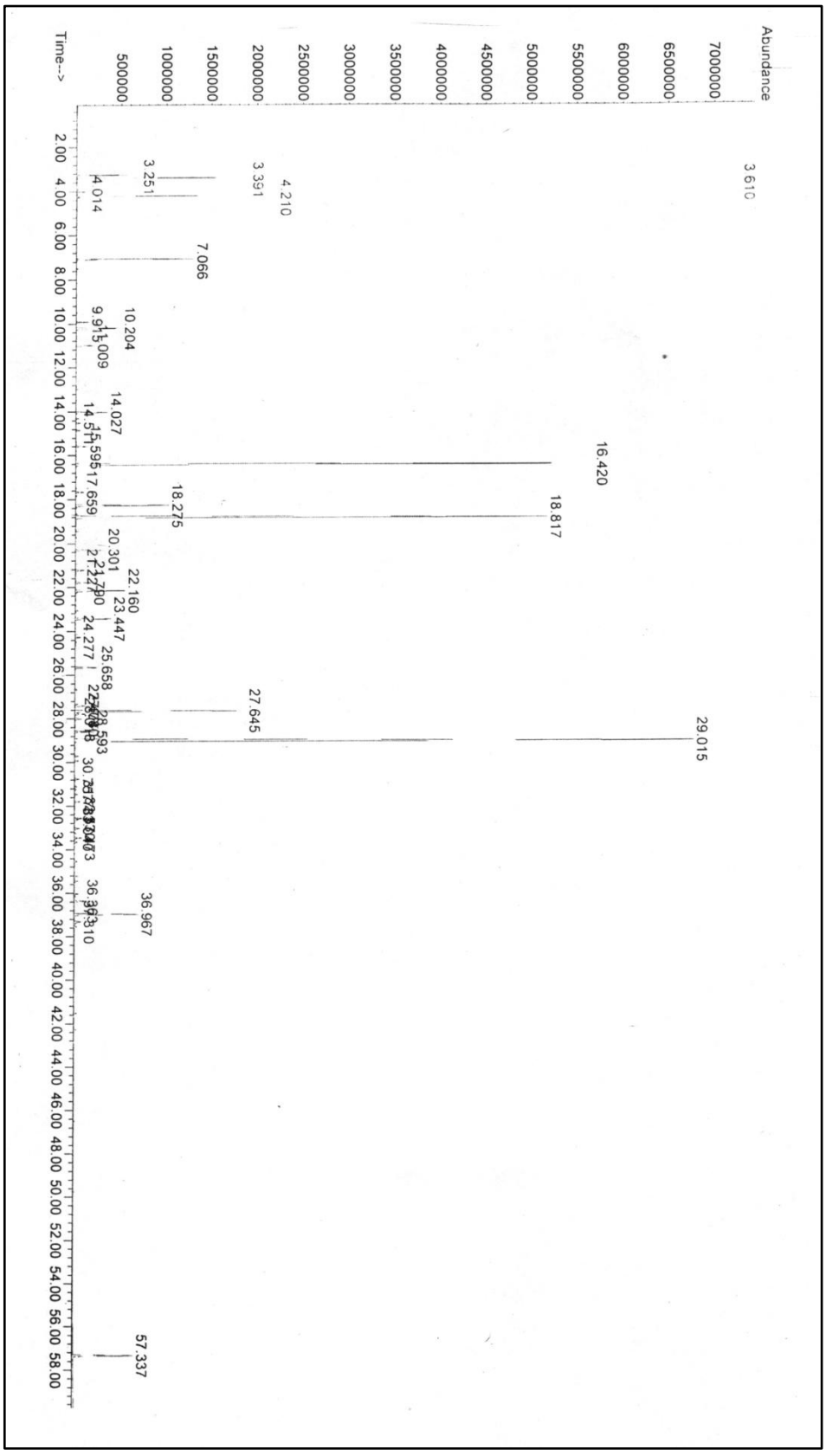

Figure 19. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic purple opal cultivée dans la région de Biskra.*

Tableau 11 : *Composés identifiés dans l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic purple opal cultivée dans la région de Biskra.*

Nom de molécule (soluté)	**%**	**№ du pic**	**tr**	**Ir**
Ethyl benzene	0,24	7	9,916	849
Meta xylene	1,16	8	10,205	858
Xylene	0,36	9	11,011	882
Hexyl methacrylate	0,63	10	14,028	962
β-pinene	0,1	11	14,512	975
Cyclotetrasiloxan,octamehylase	0,25	12	15,595	1003
Cineol (eucalyptol)	12,92	13	16,42	1024
Cis-sabinenehydrate	0,18	14	17,661	1056
Fenchone	2,12	15	18,276	1072
Linalool	14,41	16	18,815	1086
Camphor	0,68	17	20,3	1126
δ-terpineol	0,2	18	21,226	1150
Terpinen-4-ol	0,35	19	21,788	1166
α-terpineol	1,05	20	22,159	1176
Fenchyl acetate	0,83	21	23,445	1211
Geraniol	0,11	22	24,277	1234
Bornyl acetate	0,54	23	25,657	1273
Exo-2-hydroxycineole acetate	0,24	24	27,404	1324
Eugenol	4,26	25	27,644	1331
Terpenyle acetate	0,25	26	27,782	1335
N-formylnorisosalutaridine	0,19	27	28,018	1342
Geranyle-propionate	0,44	28	28,592	1360
Methyl eugenol	22,73	29	29,016	1372
Trans-caryophyllene (β)	0,11	30	30,759	1426
α-humulene	0,14	31	31,786	1459
D-germacrene	0,13	32	32,569	1484
Bicyclogermacrene	0,15	33	33,042	1499
γ-cadinene	0,18	34	33,473	1513
Cadina-1,4-diene	0,25	35	36,363	1611
T-cadinol	1,64	36	36,966	1632
(+) - Decahydro-.α.,.α.,4a,.β.-trimethyl-.β.-cyclopropa[d]naphthal-ene-7.β.-methanol	0,22	37	37,311	1644
Ethyl-hexyl-phtalate	1,56	38	57,336	2510

Tableau 12 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic purple opal cultivée dans la région de Biskra.*

Nom de molécule (soluté)	**%**	**№ du pic**	**tr**	**Ir**
Methyl eugenol	22,73	29	29,016	1372
Linalool	14,41	16	18,815	1086
Cineol (eucalyptol)	12,92	13	16,42	1024
Eugenol	4,26	25	27,644	1331

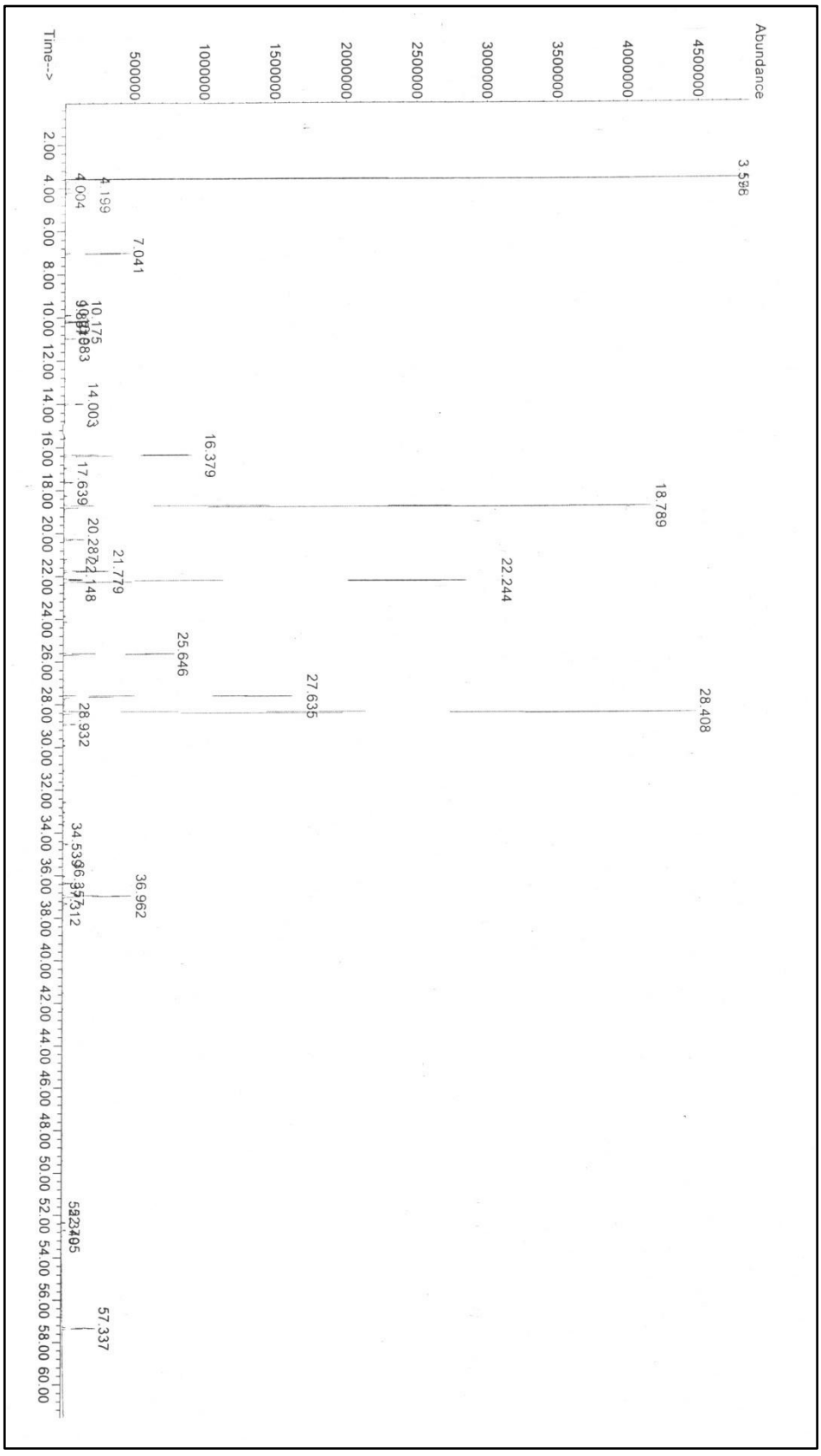

Figure 20. *Chromatogramme de l'analyse par CPG de l'huile essentielle de la sous espèce basilic citron cultivée dans la région de Ghardaïa.*

Tableau 13 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite à partir de la sous espèce basilic citron cultivée dans la région de Ghardaïa.*

Nom de molécule (soluté)	%	№ du pic	tr	Ir
Ethyl benzene	0,15	6	9,886	849
Xylene	0,47	7	10,175	857
Xylene	0,16	8	10,209	858
Xylene	0,23	9	10,985	881
2-propenoic acid, 2-methyl-, butyl ester (cas)	0,43	10	14,002	962
Cineole (eucalyptol)	3,15	11	16,379	1023
Cis-sabinenehydrate	0,24	12	17,638	1056
Linalool	16,65	13	18,789	1086
Camphor	0,49	14	20,289	1125
Terpinen-4-ol	1,07	15	21,781	1165
α-terpineol	0,44	16	22,148	1175
Methyl chavicol	10,74	17	22,245	1178
Methyl-cinnamate	2,57	18	25,645	1273
Eugenol	5,99	19	27,636	1331
Methyl-cinnamate	20,18	20	28,408	1354
Methyl eugenol	0,29	21	28,933	1370
Trans-nerolidol	0,14	22	34,541	1549
Cubenol	0,2	23	36,355	1610
T-cadinol	1,81	24	36,963	1632
7.β.-(1-hydroxy-1-methylethyl)-4a.β.-methyl-1a.β.-decahydrocyclopropa[d]naphthalene	0,16	25	37,311	1644
Methyl-cinnamate	0,1	26	52,351	2262
Methyl-cinnamate	0,12	27	52,707	2279
Ethyl-hexyl-phtalate	0,92	28	57,336	2510

Tableau 14 : *Composés majoritaires de l'huile essentielle extraite du sous espèce citron cultivée dans la région de Ghardaïa.*

Nom de molécule (soluté)	%	№ du pic	tr	Ir
Methyl-cinnamate	20,18	20	28,408	1354
Linalool	16,65	13	18,789	1086
Methyl chavicol	10,74	17	22,245	1178
Eugenol	5,99	19	27,636	1331
Cineole (eucalyptol)	3,15	11	16,379	1023

4.3. Discussion :

Les résultats sont différents pour chaque huile essentielle, au niveau des quantités des composées identifiées et au niveau des types des molécules identifiées et ces teneurs pour chaque huile essentielle, ça indique la grande différence entre les huiles essentielles et relativement entre les sous espèces de basilic cultivées.

Les résultats de la CPG indiquent que les chemotypes pour chaque sous espèce sont comme suit selon la région de culture :

4.3.1. Dans la région d'Ouargla :

Sous espèce géant ou grand vert, le chemotype est Eugenol en teneur de 34.92% de somme de l'huile essentielle.

Sous espèce nain compact ou fin vert, le chemotype est Linalool en teneur de 33.84% de somme de l'huile essentielle.

4.3.2. Dans la région de Biskra :

Sous espèce purple opal, le chemotype est Methyl eugenol en teneur de 22.73% de somme de l'huile essentielle.

4.3.3. Dans la région de Ghardaïa :

Sous espèce citron, le chemotype est Methyl-cinnamate en teneur de 20.18% de somme de l'huile essentielle.

Généralement les principes actifs identifiés sont utilisées en parfumeries et dans la fabrication des médicaments et quelque produit spécial (pesticides), ils appartiennent aux différents groupements chimiques.

Les propriétés des huiles essentielles, sont liées à leur composition chimique et sont donc variables.

L'eugénol et le méthyl-eugénol sont des phénols.

L'eugénol et le méthyl-eugénol sont des anti-inflammatoires, anti-aggrégants plaquettaires, anesthésiques locaux et antibactériens mais l'association avec les autres terpènes fait considérer la feuille de basilic surtout comme un régulateur des fonctions digestives: eupeptique, carminatif, anti-gastralgique et antispasmodique.

Le linalool est un terpène alcool.

Le méthyle cinnamate est un méthyle ester de l'acide cinnamique.

5. Conclusion :

Parmi les sous espèces cultivées, il y a des sous espèces qui sont rarement cultivées dans les régions de notre étude, donc on n'était pas sur pour les résultats de culture pour eux.

L'interprétation des résultats des 4 analyses chromatographiques nous a permit de conclure que :

- La variance dans les conditions de culture (climat, nature de sol…etc.) influent directement sur la composition d'huile essentielle.
- Quatre chemotypes ont été déterminés : Eugenol, Linalool, Methyl eugenol et Methyl-cinnamate.
- Les composées chimiques présentes dans nos huiles essentielles extraites sont nombreux et différentes qualitativement et quantitativement.
- Le chemotype qui a la grande teneur a été l'eugénol et qui a une grande importance dans plusieurs domaines, surtout en

pharmacothérapie. Donc le basilic est une source importante d'eugénol.

- La présence de d'autres composées dans les huiles essentielles enrichie et élargie le spectre d'utilisation de ces huiles.

Conclusion générale

Conclusion :

Malgré toutes les difficultés rencontrées pendant le déroulement de notre travail, on a pu obtenir des résultats qui peuvent être considérés comme satisfaisants.

Notre travail a été, de faire une étude comparative sur différentes variétés de basilic cultivées dans trois régions de l'Algérie, puis obtenir leurs huiles essentielles pour les analyser et déterminer leurs compositions chimiques.

Parmi les difficultés et les obstacles que nous avons trouvés dans notre chemin de l'étude, c'est que les sous espèces de basilic ne sont pas adaptables, ce qui ne nous a permet pas d'obtenir de bons résultats de culture. On a expliqué ces résultats par le fait que le basilic est une plante tropicale, qui demande une humidité très élevée dans l'air, et malheureusement, les régions d'étude sont des régions sèches sahariennes.

Pour l'obtention des huiles essentielles, la technique utilisée « entrainement à la vapeur d'eau » a été conseillée par la littérature. Elle nous a permi d'obtenir nos huiles essentielles avec de bons rendements et de meilleures qualités. Ça était confirmé par les analyses de CPG.

Les quantités des huiles essentielles ne sont pas suffisantes pour faire toutes les analyses physico-chimiques, une seul analyse a été faite, c'était l'analyse par CPG (chromatographie en phase gazeuse).

L'identification des composées des huiles essentielles a été faite par comparaison des indices de rétention calculées, avec les indices de rétention de la littérature.

L'interprétation de nos résultats, nous a permi de constater que:

- ❖ L'identification de composés des huiles essentielles, faite pour des dizaines de molécules qui étaient présentes en différents pourcentages pour chaque huile essentielle, et ça nous a permi aussi de détecter ces grandes différences.
- ❖ L'existence de quatre chemotypes qui ont tous une grande importance en plusieurs utilisation et domaines, ces molécules sont :
  - Eugenol pour la sous espèce basilic grand vert cultivée à Ouargla
  - Linalool pour la sous espèce basilic nain compacte cultivée à Ouargla
  - Methyl eugenol pour la sous espèce basilic purple opal cultivée à Biskra
  - Methyl-cinnamate pour la sous espèce basilic citron cultivée à Ghardaïa
- ❖ La sous espèce basilic nain compacte est très riche en composés terpéniques.
- ❖ La sous espèce basilic grand vert cultivé à Ouargla, présente une grande teneur d'eugenol, c'était de 34.92%.
- ❖ La CPG simple n'est pas suffisante pour identifier tout les composées d'une huile essentielle facilement. Il existe une méthode qui peut faciliter et assurer le processus et qui permet de gagner plus de temps, c'est la GC-MS « Chromatographie en phase gazeuse couplée a spectrométrie de masse ».

Références bibliographiques

[1] **Ian A. Fowlis,** Gas Chromatography Analytical Chemistry by Open Learning Second Edition, John Wiley & Suns Lid., 1995.

[2] **J. Bruneton,** Elément de Phytochimie et Pharmacognosie. Ed. Tech. Et Doc. Ed Lavoisier, Paris, 1987.

[3] **Jack Cazes et Raymond P. W. Scott,** Chromatography Theory, Marcel Dekker, 2002.

[4] **James M. Miller,** Chromatography: Concepts And Contrast, John Wiley & Sons, New York, 1988.

[5] **J. TRANCHANT, J. Buzon, N. Guichard, J. Lebbe., A. PREVOT, J. SERPINET, Préface du Professeur P. Chovin,** Manuel Pratique de Chromatographie en Phase Gazeuse Deuxième édition entièrement refondue MASSON & C^{ie} ÉDITEURS, 1968.

[6] **Jeanne Rose,** 375 Essential Oils and Hydrosols, Frog, Ltd. Berkeley, California, 1999.

[7] **Koumaglo Kossi Honoré,** La Flore Aromatique et les Huiles Essentielles d'Afrique de L'ouest, Université de Lomé, laboratoire des Extraits Végétaux et Arômes Naturels. Lomé, Togo.

[8] **L. Gattermann,** Laboratory Methods of Organic Chemistry, New York, the Macmillan Company, 1937.

[9] **Magness, J.R., G.M. Markle, C.C. Compton,** Food and feed crops of the United States, Bul. 828 New Jersey Agr. Expt. Sta., 1971.

[10] **Marie-Hélène Paris Sous la direction de Jean-François PHAM,** L'analyse des composés organiques volatils (COV) et leur réglementation dans les produits cosmétiques, Société COLETICA, Rapport de recherche bibliographique Mars 2003, DESS Ingénierie documentaire.

[11] **Peter B. Kaufman, Leland J Cseke, Sara Warber, Harry L Brielmann, James A Duke,** Natural Products From Plants, 1998.

[12] Sandra K. Koster, Ph.D. Lecturer, Department of Chemistry, University of Wisconsin La Crosse.

[13] Simon, J.E., Essential Oils and Culinary Herbs, In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR., 1990.

[14] Simon, J.E., J. Quinn, and R.G. Murray, Basil: A Source of Essential Oils, In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR, 1990.

[15] Sylvie Verbois, Huiles Essentielles et Parfums qui Guérissent et qui Relaxent, La Voie De l'Ayurveda, Ed. Trajectoire, 2001.

[16] Sylvie Verbois, Associer Plantes et Huiles Essentielles Selon la Tradition Indienne, Ed. Trajectoire, 2004.

Références électroniques

[17] Site 1 : http://bib18.ulb.ac.be

[18] Site 2 : http://biogassendi.ifrance.com

[19] Site 3 : http://essentialoils.org

[20] Site 4 : http://fr.wikipedia.org

[21] Site 5 : http://tecfa.unige.ch

[22] Site 6 : http://www.alchemy-works.com

[23] Site 7 : http://www.answers.com

[24] Site 8 : http://www.armenza.com

[25] Site 9 : http://www.aromalves.com

[26] Site 10 : http://www.artemisia-college.org

[27] Site 11 : http://www.ces.purdue.edu

[28] Site 12 : http://www.cevenat.fr

[29] Site 13 : http://www.chembook.co.uk

[30] Site 14 : http://www.er.uqam.ca

[31] Site 15 : http://www.florilab.fr

[32] Site 16 : http://www.masterchimie1.u-psud.fr

[33] Site 17 : http://www.omafra.gov.on.ca

[34] Site 18 : http://www.passeportsante.net

[35] Site 19 : http://www.pranarom.co.uk

[36] Site 20 : http://www.saveursdumonde.net

[37] McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology, 10th Edition, 2007.

[38] The Columbia Encyclopedia, 2006.

[39] Site 21 : http://www.biotox.cz

[40] Site 22 : http://blog-information.chefsconsulting.com

[41] Site 23 : http://www.cuisiflor.com

[42] Site 24 : http://www.dkimages.com

[43] Site 25 : http://www.jardin-aromatiques.com

[44] Site 26 : http://www.mountainvalleygrowers.com

[45] Site 27 : http://perso.orange.fr

[46] Site 28 : http://www.routes-lavande.com

[47] Site 29 : http://www.semencesdupuy.com

[48] Site 30 : http://surlezinc.blogs.com

[49] Site 31 : http://www.uni-graz.at